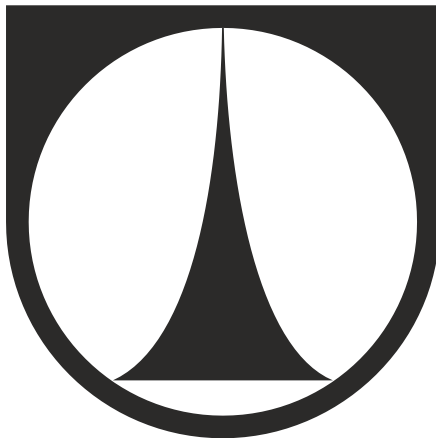


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**Fakulta strojní**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Inovace optimalizace zařízení na sekání komponent určených k  
našívání na autopotahy**

2013

Bc. Adam Socha

# **TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

## **Fakulta strojní**

**Studijní program: N 2301 – Strojní inženýrství**

Obor: Inovační inženýrství

Zaměření: Inovace výrobků

Katedra částí a mechanismů strojů

### **Inovace optimalizace zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy**

**Innovation optimization of strip cutting machine for the production of  
components to sew on the seat covers**

Jméno autora: Bc. Adam Socha

Vedoucí DP: Doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc., TU v Liberci

Konzultant DP: Ing. Petr Slavíček, Johnson Controls k.s., Česká Lípa

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 84

Počet tabulek: 12

Počet příloh: 6

Počet obrázků: 42

Datum: 24. 5. 2013



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení **Bc. Adam SOCHA**  
Studijní program: **N2301 – Strojní inženýrství**  
obor **3909 T010 – Inovační inženýrství**  
zaměření **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

### **Inovace optimalizace zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy**

#### **Zásady pro vypracování:**

(uveďte hlavní cíle diplomové práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Inovujte stávající sekací zařízení pro sekání komponent používaných při šití autopotahů.
2. Podrobně popište současný stav sekacího zařízení používaného na sekání komponent určených k našívání na autopotahy.
3. Navrhněte požadavky na zařízení také vzhledem k obsluze, poškození komponent během celého procesu, nebo výpadku proudu.
4. Proveďte několik inovačních návrhů řešení sekacího zařízení a jejich zhodnocení
5. Vyberte optimální variantu dle zvolených kritérií a k nim přiřazených váhových faktorů s využitím moderních metod pro tvorbu konceptu výrobku. Sestavte rozhodovací matici a proveďte výběr varianty pro realizaci.
6. Na vybranou variantu udělejte úplný konstrukční návrh včetně výrobně technické dokumentace, potřebných výpočtů a simulací a ekonomického zhodnocení. Pro výpočty namáhání využijte metodu MKP.

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva cca 50 stran
- Poster ve formátu A3, shrnující základní body práce

**Seznam literatury:**

- VW/ŠkodaAuto : Dílenské příručky – Sedačky, vydání 01.2010
- Mašín I., Ševčík L.: Metody inovačního inženýrství. Liberec 2006, ISBN 80-903533
- Machan J., Tobiska J. Qualitätsmethoden angewendet in der Produktentwicklungsphase-Applikation in der Automobilindustrie, Prag 2008, ISBN 978-80-01-04120-8
- Sitech Sitztechnik GmbH, Stellfelder Str. 46, 38442 Wolfsburg, Germany  
Dostupné na World Wide Web : <http://www.sitztechnik.de>
- Proseat, Hessenring 32, D-64546 Morfelden-Walldorf, Germany  
Dostupné na World Wide Web : <http://www.proseat.de>
- Faurecia, 2, rue Hennape, 92735 Nanterre ceres, France  
Dostupné na World Wide Web : <http://www.faurecia.com>
- Normy EU

Vedoucí diplomové práce:

**Doc. Ing. Vítězslav Fliegel, CSc.**

Konzultant diplomové práce:

**Ing. Petr Slaviček (Johnson Controls k.s.)**



Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.  
vedoucí katedry

Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.  
děkan

V Liberci dne 7.1.2013

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

V Liberci dne 24. 5. 2013

.....

Adam Socha

## **Místopřísežné prohlášení**

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.“

V Liberci dne 24. 5. 2013

.....

Adam Socha

## **Anotace**

### **Téma**

Inovace optimalizace zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy

## **Anotace**

Předkládaná diplomová práce se zabývá inovací zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy. Shrnuje návrhy možných koncepčních řešení sekacího zařízení spolu s dalšími návrhy na konstrukční řešení dílčích modulů vybraného konceptu. Z navržených řešení byla vybrána vítězná varianta, ke které se vztahuje přiložená výkresová dokumentace. Inovace byla provedena s cílem uspokojit nové požadavky a potřeby výrobního procesu JC CL a zároveň zachovat hlavní funkce současného řešení. Po celý proces návrhu bylo využito metod inovačního inženýrství.

Klíčová slova: autopotah, inovace, komponenta k našívání na autopotah, sekací zařízení,

### **Theme**

Innovation optimization of strip cutting machine for the production of components to sew on the seat covers

## **Annotation**

The present diploma thesis deals with the innovation of the strip cutting machine for the production of components to sew on the seat covers. It sums up proposals of possible conception solutions of the strip cutting machine along with another proposals of constructional solution of partial modules of a selected draft. From the proposed solutions has been selected the winning variant, subject to the attached drawing documentation. Innovation has been made in order to meet new requirements and needs of the manufacturing process in JC CL while preserving the major functions of the current solution. The innovative engineering methods were used for the entire product design process.

Key Words: seat cover, innovation, component to sew on the seat cover, strip cutting machine

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval kolektivu lidí, kteří mi pomáhali při řešení této práce. Zvláště pak panu Doc. Ing. Vítězslavu Fliegelovi, CSc. za odborné vedení, cenné připomínky a obětavou spolupráci během řešení diplomové práce. Nesmím opomenout ani poděkování své rodině a přítelkyni, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.



# Obsah

<b>Obsah .....</b>	<b>7</b>
<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>10</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Seznámení s problematikou šití autopotahů .....</b>	<b>13</b>
1.1 JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. Česká Lípa.....	13
1.2 Cíl práce a metodika .....	14
1.3 Základní popis výrobního procesu autopotahu .....	16
1.4 Komponenty k našívání na autopotahy .....	18
1.5 Harmonogram – projektové řízení .....	18
<b>2 Analýza současného stavu.....</b>	<b>19</b>
2.1 Funkce stávajícího sekacího zařízení.....	19
2.2 Konstrukce stávajícího sekacího zařízení .....	21
<b>3 Průzkum zákaznických potřeb v provozu JC.....</b>	<b>25</b>
3.1 Identifikace potřeb v provozu JC.....	25
3.2 Interpretace potřeb a přiřazení relativního významu .....	26
3.3 Afinní diagram interpretovaných potřeb.....	27
3.4 Quality Function Deployment .....	29
<b>4 Potenciál k inovaci.....</b>	<b>31</b>
4.1 Průzkum konkurenčních výrobků .....	31
4.2 Patentový průzkum .....	32
4.3 Zákaznické požadavky a současné sekací zařízení - vyhodnocení .....	32
4.4 Inovační příležitosti .....	33
4.5 Inovační záměr.....	33
<b>5 Tvorba konceptů.....</b>	<b>35</b>
5.1 Tvorba alternativ koncepčního řešení sekacího zařízení .....	35
5.1.1 Výběr vhodného koncepčního řešení a jeho aplikace .....	36
5.2 Návrh variant řešení nově přidaných funkcí.....	37
5.2.1 Návrh variabilní šířky vodící drážky.....	37
5.2.2 Výběr vhodného řešení variabilní šířky vodící drážky .....	40





5.2.3	Návrh přidržování oddělených komponent .....	42
5.2.4	Výběr vhodného řešení přidržování oddělené komponenty .....	43
5.2.5	Návrh pomocného odvíjení materiálu .....	45
5.2.6	Výběr vhodného řešení pomocného odvíjení materiálu .....	47
5.2.7	Návrh snímače pro upozornění na nedostatek materiálu .....	48
5.3	Návrh inovací stávajících modulů .....	49
5.3.1	Pohonný modul .....	49
5.3.2	Měřicí modul .....	50
5.3.3	Sekací modul .....	51
5.3.4	Výběr vhodného řešení sekacího modulu .....	58
5.4	Shrnutí vítězných variant .....	58
<b>6</b>	<b>Konstrukční řešení vybraných variant .....</b>	<b>60</b>
6.1	Technické řešení inovovaných částí .....	60
6.1.1	Vodící modul .....	60
6.1.2	Rozšiřování vodící drážky .....	61
6.1.3	Detekce materiálu na vstupu do sekacího zařízení .....	62
6.1.4	Měřicí modul .....	62
6.1.5	Pohonný modul .....	63
6.1.6	Sekací modul .....	64
6.1.7	Přidržovač oddělené komponenty .....	66
6.1.8	Pomocné odvíjení materiálu .....	67
6.2	Analýza MKP .....	69
6.2.1	Kontrola horního pákového nože .....	69
6.3	FMEA .....	70
<b>7</b>	<b>Srovnání stávajícího a inovovaného zařízení .....</b>	<b>71</b>
7.1	Zhodnocení z hlediska obsluhy sekacího zařízení .....	71
7.2	Zhodnocení z hlediska požadavků zákazníka .....	71
7.3	Design for X .....	73
7.4	Vizuální srovnání inovovaného sekacího zařízení se současným .....	75
<b>8</b>	<b>Závěr a přílohy .....</b>	<b>76</b>
8.1	Ekonomické zhodnocení .....	76



8.2	Zhodnocení přínosů práce.....	76
8.3	Závěr .....	77
<b>Seznam tabulek.....</b>		<b>79</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>		<b>80</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>		<b>82</b>
<b>Seznam příloh .....</b>		<b>84</b>
<b>Příloha 1</b>	<b>Klíčový zákazníci JC CL pro rok 2011.....</b>	<b>I</b>
<b>Příloha 2</b>	<b>Ukázka projektového plánu.....</b>	<b>II</b>
<b>Příloha 3</b>	<b>Výběr difúzního snímače.....</b>	<b>III</b>
<b>Příloha 4</b>	<b>Doporučené hodnoty úhlu <math>\alpha</math> pro řezání.....</b>	<b>V</b>
<b>Příloha 5</b>	<b>FMEA .....</b>	<b>VI</b>
<b>Příloha 6</b>	<b>Výkresová dokumentace .....</b>	<b>X</b>

## Seznam použitých zkratek

Označení	Jednotka	Název veličiny/popis
A	[mm <sup>2</sup> ]	Plocha průřezu stříhaného pásu
CAD		Computer aided design
ČR		Česká republika
ČSN		Česká státní norma
DFA		Design for Assembly
F <sub>B</sub>	[N]	Síla tahového napětí v pásu
F <sub>H</sub>	[N]	Stranově působící složka síly F <sub>stř</sub>
F <sub>ř</sub>	[N]	Řezná síla
F <sub>S</sub>	[N]	Přítlačná síla
F <sub>sm</sub>	[N]	Měrná řezná síla
F <sub>stř</sub>	[N]	Střížná síla
F <sub>tp</sub>	[N]	Tažná síla odvíjeného pásu
F <sub>ts</sub>	[N]	Třecí síla při smykovém tření
F <sub>tv</sub>	[N]	Valivý odpor
FDM		Fused Deposition Modeling
FMEA		Failure Mode and Effects Analysis
GM		General Motors
ISO		International Organization for Standardization
JC CL		Johnson Controls Česká Lípa
k		Součinitel bezpečnosti
k.s.		Komanditní společnost
l	[mm]	Délka stříhu/řezu
l <sub>a</sub>	[mm]	Vzdálenost materiálu od otočného bodu pákového nože
l <sub>s</sub>	[mm]	Délka okamžitého stříhu
l <sub>x</sub>	[mm]	Délka akčního úseku bříty nože
M	[N·m]	Točivý moment
MKP		Metoda Konečných Prvků



$n$	$[\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}]$	Počet otáček
PPR		Pulses per revolution
QFD		Quality Function Deployment
$R$	$[\text{mm}]$	Poloměr průřezu tělesa
$R_e$	$[\text{MPa}]$	Mez kluzu
$r$	$[\text{mm}]$	Momentální poloměr odvíjeného kotouče
$s$	$[\text{mm}]$	Tloušťka materiálu
TUL		Technická univerzita v Liberci
$v_p$	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	Rychlost pásu
VW		Volkswagen
$x$	$[\text{mm}]$	Délka okamžitého stříhu
$\alpha$	$[\circ]$	Úhel břitu nože
$\alpha'$	$[\circ]$	Úhel břitu nože při kývavém řezu
$\alpha_\varphi$	$[\circ]$	Fiktivní úhel řezu
$\delta$	$[\circ]$	Úhel sklonu nože
$\varepsilon$	$[\circ]$	Úhel sklonu nože ve výchozí poloze
$\mu$	$[-]$	Součinitel smykového tření
$\xi$	$[\text{mm}]$	Rameno valivého odporu
$\sigma_D$	$[\text{MPa}]$	Dovolené napětí
$\sigma$	$[\text{MPa}]$	Maximální naměřená hodnota napětí
$\tau_a$	$[\text{MPa}]$	Pevnost materiálu ve stříhu
$\varphi$	$[\circ]$	Úhel vnikání nože do materiálu

## Úvod

Automobil se v dnešní době stal nedílnou součástí života každého člověka. Od počátku 70. let tvoří osobní automobily (spolu s dodávkovými vozy) nejrozšířenější třídu vozidel na našich komunikacích. Jejich podíl na celkovém počtu motorových vozidel v ČR je asi 74 %, přibližně stejný podíl i na dopravních výkonech. Tyto výkony se mezi lety 1980 - 2012 zvýšily na 2,6násobek původní hodnoty a výhledové koeficienty pro dopravní výkony osobních automobilů v následujících obdobích předpokládají jejich další nárůst. Z výše uvedeného vyplývá, že při výkonu své práce, při dojíždění do zaměstnání či při volnočasových aktivitách tráví v automobilu mnoho lidí podstatnou část svého času. Musí se zde cítit dobře a pohodlně a mezi aspekty, které tato kritéria ovlivňují nejvíce, bezesporu patří autosedačky a jejich potahy.[15]

V dnešní době jsou autosedačky testovány kvůli jejich bezpečnosti. Stále se vyvíjejí nové technologie, jak autosedačky zlepšit a tím zlepšit i komfort člověka. Nejedná se už pouze o vyhřívání nebo klimatizování autosedaček, ale také o masážní funkce, které zpříjemní posádce cestu v automobilu či přifukování autosedaček díky vzduchovým polštářům. Stále jsou vyvíjeny nové možnosti, jak uspokojit potřeby zákazníka. Použité materiály na výrobu autopotahů ale zůstávají stejné, jen je třeba zefektivňovat jejich zpracovávání.

*Společností s vedoucí úlohou na trhu s automobilovými sedadly je JOHNSON CONTROLS AUTOMOBILOVÉ SOUČÁSTKY, k.s. závod v České Lípě. V současné době vyrábí automobilové potahy pro 12 modelů, mezi které patří KIA, Audi A3 Cabrio, Škoda A5, Škoda Roomster, Škoda Yeti, Opel Meriva, Opel Astra I a II, Opel Zafira, VW AMPV, Volvo, HR Land Rover a Ford.[12]*

Z pohledu inovačního inženýra je konkurenční boj v kontextu s důsledky finanční krize dopadající na automobilový průmysl výzva k uplatnění jeho znalostí k zefektivnění výroby a snížení nákladů. Firma neschopná dnešní silné konkurenci čelit je odsouzena k zániku. Inovačnímu procesu je nutné se věnovat systematicky s využitím moderních metod.

# 1 Seznámení s problematikou šití autopotahů

Kapitola první je věnována krátkému seznámení se společností JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. Česká Lípa a jejím současným výrobním programem. Následně je vytyčen cíl této diplomové práce a metodika k jeho dosažení. Po stručném popisu výrobního procesu autopotahu a úlohy komponent v něm následuje naplánování harmonogramu prací.

## 1.1 JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. Česká Lípa

*Johnson Controls je nadnárodní společnost sídlící ve městě Milwaukee, ve státě Wisconsin, ve Spojených státech amerických. Založena byla roku 1885 a k dnešnímu dni zaměstnává celosvětově přes 162 000 pracovníků. V současné době se společnost Johnson Controls člení na 3 divize:*

- **Automotive Experience** (automobilové součástky),
- **Building Efficiency** (energetická účinnost budov),
- **Power Solutions** (energetická řešení, autobaterie).

*Společnost Johnson Controls Automobilové součástky, k. s. vznikla 17. června 1992 a měla tři odštěpné závody umístěné v České Lípě, Mladé Boleslavi a Roudnici nad Labem. V současné době se skládá ze čtyř závodů, 17. června 2002 došlo k fúzi se společností TRIMCO, spol. s r.o. Stráž pod Ralskem. Tyto odštěpné závody lze rozdělit do dvou divizí – Trim a Seating systems. Do divize Trim patří odštěpné závody v České Lípě, ve Stráži pod Ralskem a v Roudnici nad Labem. Tyto závody se zabývají výrobou automobilových potahů. Do divize Seating systems je zařazen závod v Mladé Boleslavi, který se zabývá kompletací automobilových sedadel pro společnosti Škoda Auto a Volkswagen.[11]*

Klíčoví zákazníci, pro které v současné době JC CL šije autopotahy, jsou uvedeni v Příloze 1. Patří mezi ně přední světoví výrobci v automobilovém průmyslu jako např. skupina Volkswagen Group (zahrnující společnosti VW, Audi či ŠKODA AUTO), General Motors

JC AUTOMOBILOVÉ SOUČÁSTKY, k.s. ČL	
PLOCHA BUDOVY	10 975 m <sup>2</sup>
VÝROBNÍ PLOCHA	7 229 m <sup>2</sup>
OBJEM VÝROBY	34 000 soup./týden
SPOTŘEBA LÁTKY	94 000 m/týden
SPOTŘEBA KÚŽE	9 500 m <sup>2</sup> /týden
VÝROBNÍ MATERIÁLY	1 946 druhů
POČET VYRÁBĚNÝCH POTAHŮ	3 342
POČET DODAVATELŮ	104
POČET ZÁKAZNICKÝCH DESTINACÍ	18



**Obrázek 1-1:** Závod JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. v České Lípě  
Zdroj: Prezentace závodu JC Česká Lípa

nebo Ford. Jsou zde rovněž uvedeny modelové řady. Největší část produkce náleží společnostem Škoda Auto (modely Fabia, Roomster, Octavia a Yeti) a GM (modely Meriva, Zafira).

## 1.2 Cíl práce a metodika

Cílem této diplomové práce je navrhnout inovaci stávajícího zařízení pro sekání komponent používaných při výrobě autopotahů. Toto řešení bude zajišťovat variabilitu zařízení s ohledem na šířku sekaného pásu materiálu. Inovované zařízení bude též zajišťovat přidržení odseknuté komponenty až do okamžiku odebrání obsluhou a odvíjení materiálu bude optimalizováno tak, aby nebyl pás během manipulace namáhán tahovým napětím a tím zkreslována jeho skutečná délka při odměřování jmenovité délky komponenty. Výsledkem této optimalizace bude zpřesnění výroby zejména komponent z pružných materiálů. Vzhledem k půdorysné dispozici pracoviště by inovované sekací zařízení nemělo zaujímat plochu větší než cca 0,12 m<sup>2</sup> (300x400 mm).

Celý proces návrhu sekacího zařízení bude využívat metod inovačního inženýrství. Součástí návrhu bude i provedení kontroly MKP hlavní namáhané části zařízení, tak aby byla zajištěna bezpečnost při provozním zatížení.



Inovace bude provedena s cílem uspokojit nové požadavky a potřeby výrobního procesu JC CL a zároveň zachovat hlavní funkce současného řešení. Základní požadavky budou získány při rozhovoru s vedoucím technickým pracovníkem a s pracovníky obsluhující sekací zařízení.

Cílem práce je též seznámení se současným stavem řešení sekání komponent během procesu šití autopotahů a provedení podrobné analýzy současného stavu sekacího zařízení.

V závěru práce bude zhodnocen přínos a využitelnost diplomové práce v sériové výrobě v závodě Johnson Controls k.s. v České Lípě. Přiložena bude též technická dokumentace.

**Tabulka 1-1:** Shrnutí technických podmínek pro inovaci sekacího zařízení

CÍLOVÉ HODNOTY A TECHNICKÉ PODMÍNKY ŘEŠENÍ		
PÁS (KOMPONENTA)	ROZPTYL ŠÍŘEK	15 ÷ 25 mm
	ROZPTYL DÉLEK KOMPONENT	120 ÷ 300 mm
	MATERIÁLY	guma, nylon
KOTOUČ	DÉLKA NÁVINU	20 000 mm
	VNĚJŠÍ PRŮMĚR KOTOUČE	300 mm
	VNITŘNÍ PRŮMĚR DUTINKY	50 mm
	ŠÍŘKA KOTOUČE	400 mm
	HMOTNOST KOTOUČE	3 kg
	MATERIÁL DUTINKY	plast
STÁVAJÍCÍ SEKACÍ ZAŘÍZENÍ	ROZMĚRY	250 x 110 x 250 mm
	PŮDORYSNÁ PLOCHA	250 x 110 mm (2,75 dm <sup>2</sup> )
	HMOTNOST	3,4 kg
	VÝROBNÍ TAKT	1 ks/5 sekund (závislost na délce komponenty)
	DÉLKOVÁ TOLERANCE KOMPONENT	± 3 mm
	NAKUPOVANÉ KOMPONENTY	inkrementální rotační encoder WDG 40A-720-A-G24-S2 (rozlišení 720 PPR)
		elektromotor VDE0530-S1 (Pacific Scientific)
		ADVULQ-16-25-A-P-A (FESTO, č. dílu 156769)
INOVOVANÉ SEKACÍ ZAŘÍZENÍ	PŮDORYSNÁ PLOCHA	max. 300 x 300 mm (9 dm <sup>2</sup> )
	HMOTNOST	nepodstatná
	VÝROBNÍ TAKT	zachován stávající
	DÉLKOVÁ TOLERANCE KOMPONENT	± 1,5 mm

Zdroj: Vlastní



### 1.3 Základní popis výrobního procesu autopotahu

Johnson Controls Česká Lípa automobilové součástky, k. s. patří mezi závody s hlavní výrobou. Nachází se zde prototypová a sériová výroba autopotahů. Výroba je plynulá a umožňuje nepřetržitý proud zpracovaných dílů a komponent, které jsou dopravovány na běžících pásech z pracoviště na pracoviště. Uspořádání výroby je dle pracovišť – výroba předmětná (šicí pracoviště, stříhárna a brusírna kůže) a technologická (zkušební buňky, kde se šijí prototypové nebo vzorkové autopotahy a rovněž realizují nové změny na přání zákazníka). Mezi základní činnosti patří:

- **Výrobní úsek** – stříhání a šití, ve výrobě jsou používány látkové, kožené a polokožené materiály (př. vinyl)
- **Technický úsek** – hlavní naplní je měření času, za jakou dobu se ušije jedna operace a následně celý potah. Do jeho kompetence též náleží dokumentace a kontrola.
- **Kompletování** – díly jednotlivých stříhů a různé komponenty se kompletují dohromady. Celek tvoří jeden potah pro přední levou/pravou nebo zadní levou/pravou část auta.

Ostatní pracoviště jako sklad materiálu, kvalita a engineering jsou rovněž nedílnou součástí celého pracovního procesu.

Zpracování autopotahů pro výrobu se provádí na základě „objednávky“ dle přesné specifikace zákazníka pro danou produktovou řadu. Technolog JC CL vystaví „náběhový formulář“, který obsahuje informace o technologickém postupu a požadované termíny zpracování. Na konci pak slouží jako prvotní doklad vyúčtování poskytnutých výkonů. Po vystavení protokolu se provede kontrola vstupních materiálů a proveditelnost výroby, vše je uvedeno v náběhovém formuláři. Pokud vstupní materiály splňují zadané podmínky, jsou uvolněny k dalšímu zpracování, které lze shrnout v pěti následujících bodech:

#### 1. Nakládání materiálu

Závod JC CL provádí nakládání poloautomaticky. Na nakládací zařízení se do vrstev kladou jednotlivé listy oděvního materiálu. Tato zařízení jsou vhodná skoro pro všechny druhy materiálů.

## 2. Oddělovací proces

K oddělování stříhových šablon jsou používány řezací stroje Humantec a Lectra s přímými noži, které konají přímočarý vratný pohyb kolmo k základové desce. Tyto nože jsou pro autopotahy ideální, protože umožňují řezání v ostrých úhlech a detailní výřezy.

## 3. Uskladnění stříhových součástí autopotahů

Při přejímce stříhových součástí autopotahu z oddělovacího procesu jsou vyhovující díly označeny pořadovým číslem a celkovým počtem kusů pro snadnou identifikaci před vstupem do spojovacího procesu a následně jsou uskladněny.



**Obrázek 1-2:** HUMANTEC – CNC stříhání kůže (vlevo), LECTRA VectorAuto MP9 100% stříhání látky (uprostřed), šicí linka (vpravo)

Zdroj: CL 2012\_CZ. Prezentace společnosti JC CL [16]

## 4. Spojovací proces stříhových součástí autopotahů

Spojovací úsek je rozdělen na jednotlivé linky. V celém úseku se nachází sedm dílen a každá z nich obsahuje čtyři buňky, které mají na starosti šičky. Každá šicí linka se zaměřuje pouze na určitý díl autopotahu (např. šicí linka č. 1 šije pouze sedák, šicí linka č. 2 opěradlo). Je využíváno konvenčního spojování šitím pomocí ramenových šicích strojů Duerkopf/Adler.

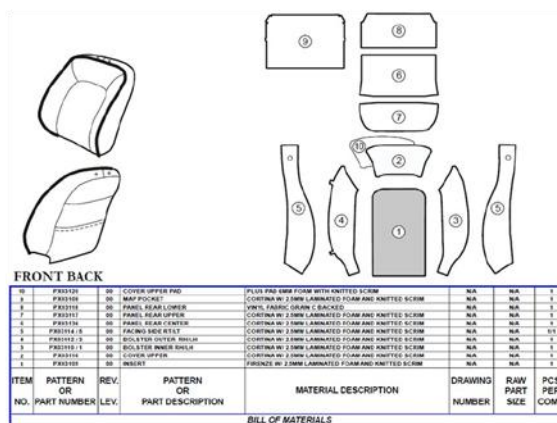
## 5. Uskladnění hotových autopotahů

Ušité autopotahy, které projdou výstupní kontrolou, jsou rozděleny podle typu a automobilového závodu, kterému náleží. Poté jsou autopotahy uskladněny v dřevěných bednách označených příslušným kódem a expedovány.

Vyrobené vzorky autopotahů jsou průběžně kontrolovány a předávány objednateli podle dohodnutých termínů. Převzetí objednaného vzorku potvrdí objednavatel podpisem v protokolu a tímto je zpracování ukončeno.

## 1.4 Komponenty k našívání na autopotahy

Komponenty vytvořené na sekacím zařízení jsou našívány na okraje jednotlivých dílů autopotahu, kde slouží pro upevnění k rámu autosedačky. Používány jsou v zásadě dva druhy materiálů komponent v závislosti na funkčním určení. Prvním materiálem je guma, která se našívá po obvodu dílů. Druhým materiálem je plast, který slouží k přichycení autopotahu k drátěnému rámu autosedačky. Na současném sekacím zařízení jsou zpracovávány pásy z obou materiálů. Je dosahováno tolerance rozměrů  $\pm 3$  mm. Maximální délka sekané komponenty je 300 mm a minimální má délku 120 mm. Šíře sekaných pásů se pohybují v rozmezí  $15 \div 25$  mm. Četnost sekání je přibližně 3 komponenty za minutu.



**Obrázek 1-3:** Ukázka skladby dílů pro šití předního opěráku

Zdroj: KRATOCHVÍLOVÁ, K. *Porovnání kožených a textilních autopotahů* [12]

## 1.5 Harmonogram – projektové řízení

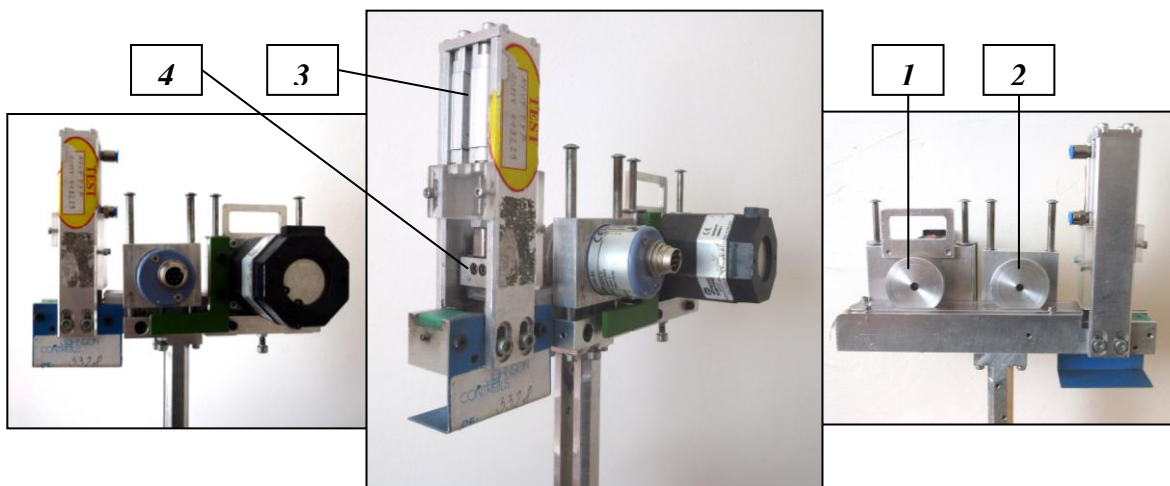
K plánování a řízení harmonogramu diplomové práce bylo využito software Microsoft Office Project 2003. V rané fázi byla definována struktura projektu a větší dílčí části projektu byly rozděleny na menší lépe říditelné funkční části. V průběhu řešení projektu vyvstávaly některé nové skutečnosti, které bylo třeba akceptovat a začlenit je do harmonogramu. Jednalo se spíše o detailnější rozpracování dílčích úkolů a upřesňující informace, které vznikly vlivem počáteční informační nejistoty. V každé fázi projektu bylo třeba porovnat reálný postup s plánovaným a tak kontrolovat jeho vývoj. Podle toho byla vytvářena patřičná opatření. Projekt byl plánován od data dokončení. Ukázka projektového plánu se nachází v příloze 2.

## 2 Analýza současného stavu

V závodě na výrobu autopotahů v České Lípě se nachází několik variant zařízení na sekání komponent určených k našívání na autopotahy. Tato jednoúčelová sekací zařízení byla vyrobena dle konkrétních požadavků výrobního procesu v závodě JC CL, proto jsou svou konstrukcí unikátní. Všechny varianty provedení mají shodnou koncepci a liší se jen konstrukčním provedením a rozměry. Tato práce je zaměřena na inovaci konkrétního sekacího zařízení (Obrázek 2-1), které bylo k tomuto účelu vybráno jako nejvhodnější. V následujícím oddílu bude stručně popsána funkce tohoto jednoúčelového zařízení.

### 2.1 Funkce stávajícího sekacího zařízení

Sekací zařízení zpracovává pásový materiál o šíři 20 mm z kotouče, který je upnut na nepoháněném odvíjecím stojanu s horizontální osou rotace. Tento stojan již není součástí sekacího zařízení a nachází se pod deskou pracovního stolu, na které je zařízení upevněno.

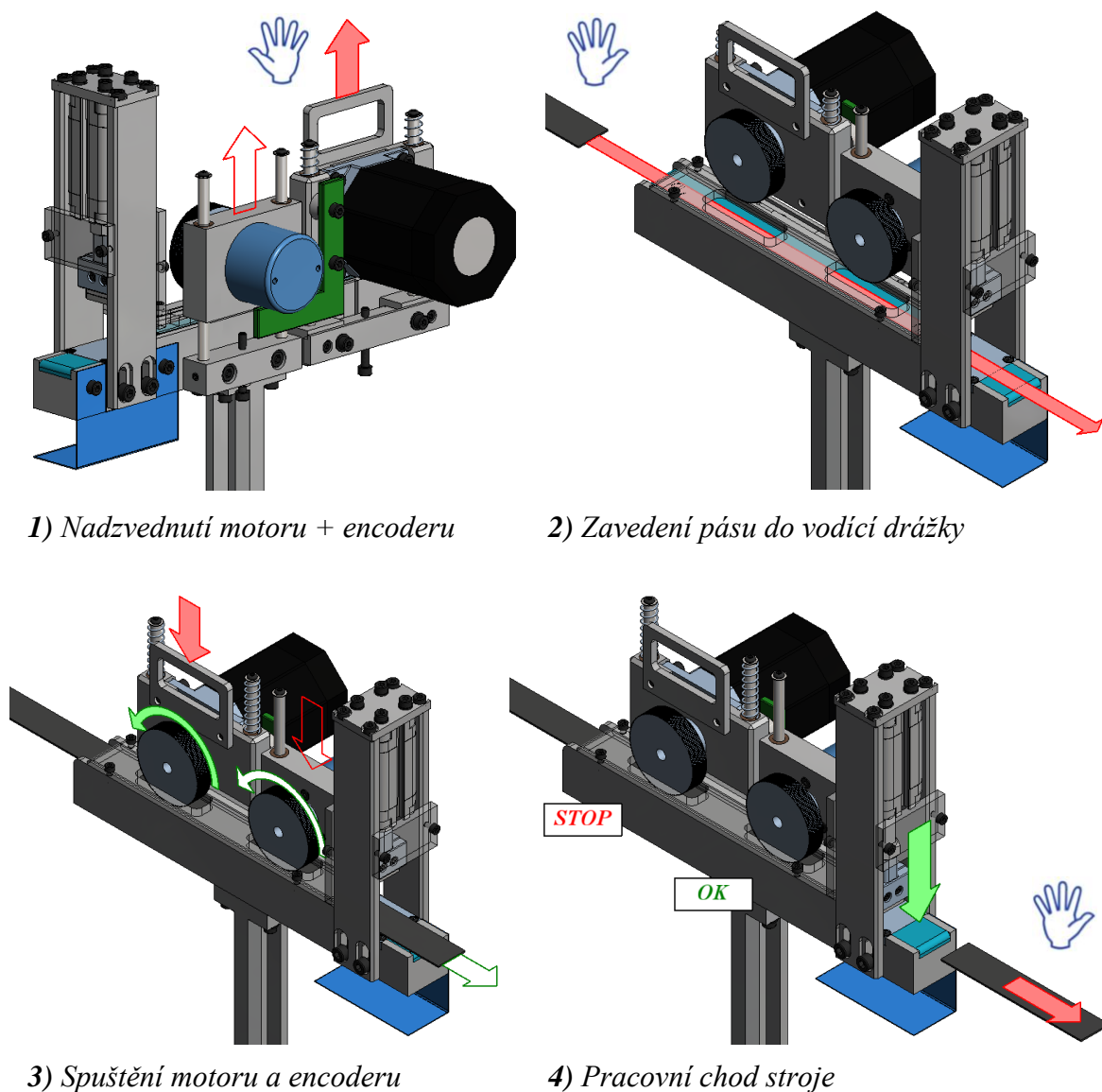


**Obrázek 2-1:** Současné sekací zařízení

Zdroj: Vlastní

V sestavě technologických postupů na tomto zařízení je mechanizován způsob nakládání. Z kotouče je pás odvíjen tahem tažného válce (1) poháněného elektromotorem VDE0530-S1 (Pacific Scientific). Rotační pohyb hřídele elektromotoru je převeden na lineární pohyb pásu materiálu, který je vodící drážkou směřován k dalšímu zpracování. Při průchodu pod odvalovacím válcem (2) inkrementálního rotačního encoderu WDG 40A-720-A-G24-S2

(Wachendorff Elektronik) je přímočarý pohyb vedeného pásu třením přenášen na obvodovou rychlost válce, čímž dochází k měření odvinuté délky zpracovávaného pásu. Při dosažení požadované hodnoty vydá encoder signál elektromotoru k zastavení a je uveden v činnost pneumatický pohon (3) ADVULQ-16-25-A-P-A (FESTO).



**Obrázek 2-2:** Znázornění operace zavádění pásu do sekacího zařízení

Zdroj: Vlastní

**Legenda:** fyzická manipulace obsluhy, pohyb závislý na manipulaci obsluhy, automatizovaný pohyb zařízení, pohyb závislý na automatizovaném pohybu zařízení, uchopení pravou/levou rukou



Na pístnici válce ADVULQ je upevněn nožový držák s nožem (4), který paralelním řezem oddělí požadovanou délku pásu. Vykládání komponent (hotových výrobků) je pak řešeno fyzickou manipulací obsluhy stroje, popř. jsou skluzovým dopravníkem směřovány do zásobního koše.

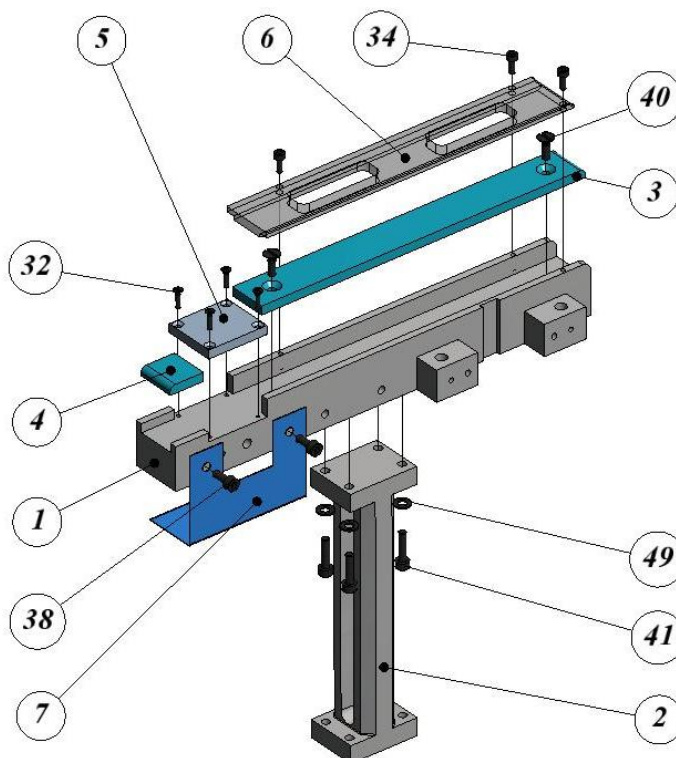
## 2.2 Konstrukce stávajícího sekacího zařízení

Současné řešení sekacího zařízení obsahuje 49 druhů dílů v celkovém počtu 115 kusů. Většinu tvoří speciálně vyráběné díly v rámci výrobních kapacit JC CL. Externě nakoupeny byly pouze pneumatický pohon, elektromotor, encoder, tlačné pružiny a spojovací materiál. Konstrukce řešené sestavy je pro snadnější popis rozdělena do čtyř samostatných funkčních celků – modulů. Název dílu, materiál a četnost výskytu lze dle čísla pozice dohledat v tabulce 2-1.

### Modul vedení pásu

Modul vedení pásu (Obrázek 2-3) je zhotoven z polotovaru o rozměrech 30 x 45 – 250. Materiálem je slitina hliníku. V podélném směru je vyfrézována 22 mm široká vodící drážka, jejíž spodní část je z důvodu snížení koeficientu tření mezi zpracovávaným materiálem a vodící drážkou vyvložkována plastovou podložnou lištou.

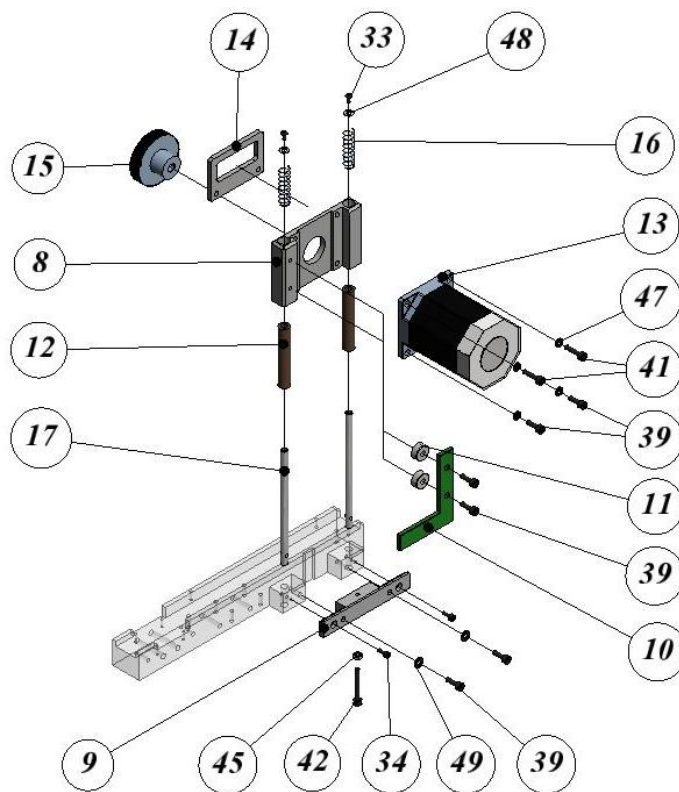
Úkolem tohoto modulu je vést odvíjený pás prostorem stroje po požadované trajektorii a zabránit jeho kroucení a ohýbání. Slouží též jako rám stroje a jsou na něm upevněny všechny zbylé moduly.



**Obrázek 2-3:** Modul vedení pásu  
Zdroj: Vlastní

## Pohonný modul

Pohonný modul se stará o zásobování zařízení materiálem. Tuto funkci plní elektromotor VDE0530-S1 od firmy Pacific Scientific, který je upevněn pomocí příruby na nosníku, jehož pohyb je ve vertikálním směru definován dvěma vodicími tyčemi. Na hřídeli elektromotoru je umístěn tažný válec s drážkováním po obvodu, který převádí rotační pohyb hřídele motoru na lineární pohyb pásu materiálu. Je použit princip tečného vedení přitlakem odpruženě zatíženého válce. Potřebný přitlak válce je zajištěn vlastní hmotností elektromotoru a dvojicí tlačných pružin na vodicích tyčích a lze ho korigovat stavěcím šroubem ve spodní části modulu (Obrázek 2-4).



**Obrázek 2-4:** Pohonný modul

Zdroj: Vlastní

## Měřicí modul

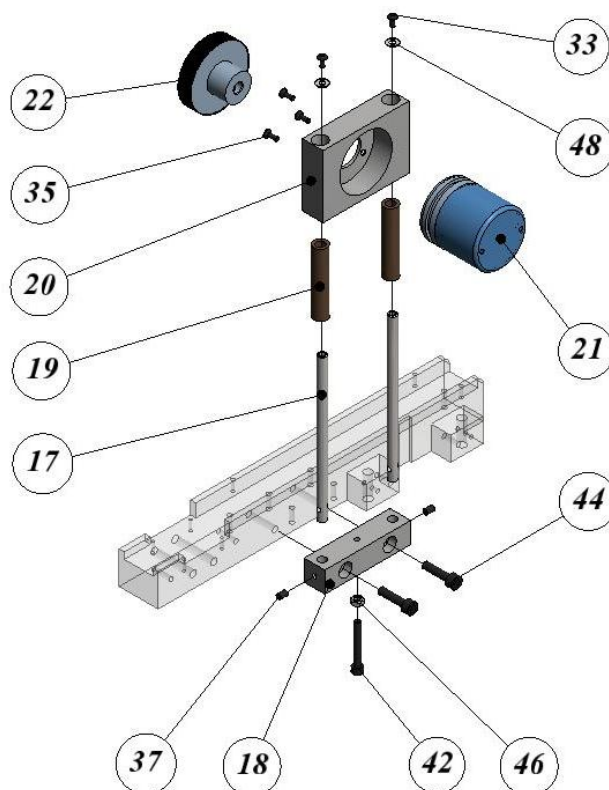
Třetí modul lze nazvat měřicí (Obrázek 2-5). Kontroluje délku odvinutého pásu a udává elektromotoru signál k zastavení odvíjení při dosažení požadované hodnoty. K tomuto účelu je využito inkrementálního rotačního encoderu WDG 40A-720-A-G24-S2 od firmy Wachendorff Elektronik s přesností 720 PPR. Kontakt s odvíjeným pásem je realizován opět válcem s drážkováním po obvodu, který je upevněn na hřídeli encoderu. Přímý pohyb vedeného pásu je třením přenášen na obvodovou rychlost odvalujícího se válce.

Pro nadzvednutí encoderu při zavádění pásu do stroje je opět využito dvojice vodicích tyčí a posuvové desky. Přitlak encoderu k odvíjenému pásu je realizován pouze vlastní hmotností modulu bez použití tlačných pružin. Při velké síle sevření by hrozilo

deformování pásu pod válcem, při nedostatečném přitlaku je naopak riziko prokluzu, který povede ke zkreslení odvinuté délky. Ve spodní části modulu nechybí stavěcí šroub pro regulaci této přitlačné síly.

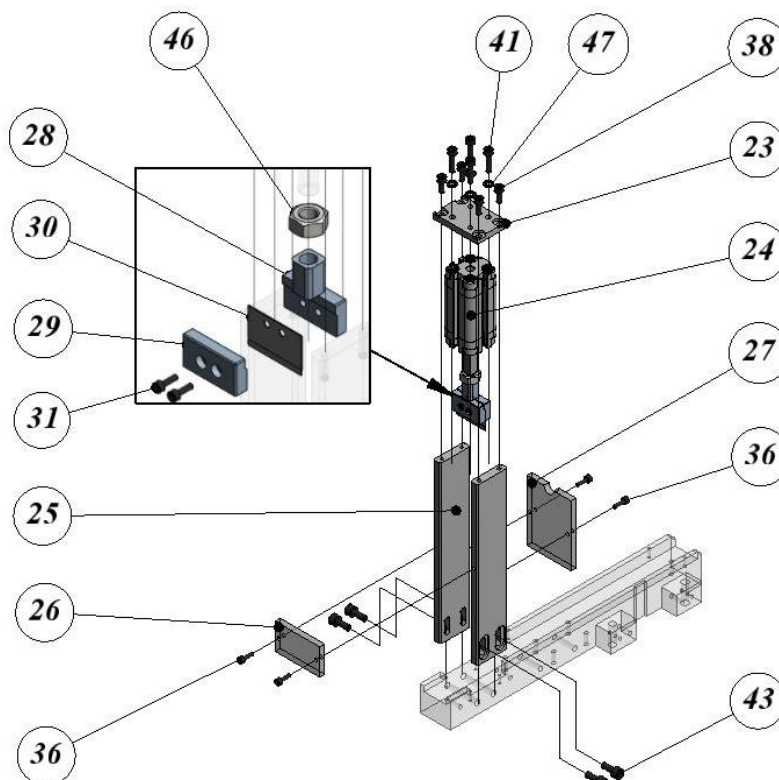
### Modul dělení pásu

Čtvrtý modul slouží k dělení pásu příčným řezem ke směru výroby. Vyvození síly k oddělení materiálu zajišťuje pneumatický válec ADVULQ-16-25-A-P-A od firmy FESTO s čtyřhrannou pístnicí, která zabraňuje pootočení nože a zaručuje tak kolmost příčného řezu. Teoretická síla při šesti barech a dopředném chodu má hodnotu 121 N. Na pístnici je umístěn nožový držák s nožem, který lze z důvodu broušení snadno vyjmout po uvolnění dvou šroubů ISO 4762 M2,5x8 (Obrázek 2-6). Pohyb nože proti materiálu je kolmý. Nůž dosedá na řezaný materiál v celé šíři najednou, čímž vzniká nárazové zatížení stroje.



**Obrázek 2-5: Měřicí modul**

Zdroj: vlastní



**Obrázek 2-6: Modul dělení pásu**

Zdroj: Vlastní



**Tabulka 2-1:** Seznam dílů stávajícího sekacího zařízení

POZ.	OBRÁZEK	NÁZEV DÍLU	MATERIÁL	ks
1		HLAVNÍ TĚLO	hliník	1
2		NOHA	hliník	1
3		PODLOŽNÁ LIŠTA VELKÁ	plast	1
4		PODLOŽNÁ LIŠTA MALÁ	plast	1
5		PODLOŽNÁ LIŠTA NOŽE	ocel	1
6		KRYT VODÍCÍ DRÁŽKY 30x185-5	polykarbonát čirý	1
7		OZNAČOVACÍ ŠTÍTEK		1
8		NOSNÍK ELEKTROMOTORU	hliník	1
9		DORAZ ELEKTROMOTORU	hliník	1
10		ÚHELNÍK	ocel	1
11		ÚHELNÍK DISTANČNÍ PODLOŽKA	ocel	2
12		KLUZNÉ POUZDRO ELEKTROMOTORU	bronz	2
13		ELEKTROMOTOR VDE 0530-S1	Pacific Scientific	1
14		MADLO	hliník	1
15		TAŽNÝ VÁLEC ELEKTROMOTORU	hliník	1
16		TLAČNÁ PRUŽINA		2
17		VODICÍ TYČ	ocel	4
18		DORAZ ENCODERU	hliník	1
19		KLUZNÉ POUZDRO ENCODERU	bronz	2
20		NOSNÍK ENCODERU	hliník	1
21		ENCODER WDG 40A-720-A-G24-S2	Wachendorff Elektronik	1
22		ODVALOVACÍ VÁLEC ENCODERU	hliník	1
23		PŘÍRUBA	hliník	1
24		PNEUVÁLEC ADVULQ-16-25-A-P-A	FESTO	1
25		STOJNA	hliník	2
26		KRYT PŘEDNÍ 44x26-5	polykarbonát čirý	1
27		KRYT ZADNÍ 44x60-5	polykarbonát čirý	1
28		NOŽOVÝ DRŽÁK VELKÝ	ocel	1
29		NOŽOVÝ DRŽÁK MALÝ	ocel	1
30		NŮŽ	ocel	1
31		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M2,5x8	2
32		ŠROUB S PLOCHOU ZÁPUSTNOU HLAVOU S DRÁŽKOU	ISO 2009-M2,5x10	4
33		ŠROUB S PŮLKULOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 7380-M3x6	4
34		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M3x8	5
35		ŠROUB SE ZÁPUSTNOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 10642-M3x8	3
36		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M3x10	4
37		STAVĚCÍ ŠROUB S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM S PLOCHÝM KUŽELOVÝM KONCEM	ISO 4026-M4x6	2
38		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M4x10	6
39		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M4x12	6
40		ŠROUB S PLOCHOU ZÁPUSTNOU HLAVOU S DRÁŽKOU	ISO 2009-M4x12	2
41		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M4x16	10
42		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M4x30	2
43		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M5x12	4
44		ŠROUB S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	ISO 4762-M5x20	2
45		ŠESTIHRANNÁ MATICE	ISO 4032-M4	2
46		ŠESTIHRANNÁ MATICE	ISO 4032-M8	1
47		PRUŽNÁ PODLOŽKA	JIS B 1251-č24	8
48		PLOCHÁ PODLOŽKA	ISO 7089-3,5-140 HV	4
49		PLOCHÁ PODLOŽKA	ISO 7089-4-140 HV	6
CELKOVÝ POČET DÍLŮ SEKACÍHO ZAŘÍZENÍ				115

Zdroj: Vlastní

## 3 Průzkum zákaznických potřeb v provozu JC

Současné zařízení je ve výrobním procesu používáno již několik let. Pro vytipování potenciálních inovačních příležitostí byl zvolen rozhovor s vedoucími technickými pracovníky a s obsluhou stávajícího sekacího zařízení. Byly tak zjištěny požadavky zákazníka. Velkým přínosem byly zkušenosti vývojových pracovníků z minulých projektů a zpětná vazba z provozu. Pro identifikaci problémů bylo využito též nástroje pozorování na místě (v gemba) a částečně video-záznamu.

### 3.1 Identifikace potřeb v provozu JC

Získané údaje měli formu myšlenek, návrhů, názorů, postřehů, vjemů, přání i problémů. Lze je rozdělit do těchto pěti oblastí:

#### 1. Přidání nové funkce

Přidržení oddělené komponenty na výstupu ze sekacího zařízení. Další komponenta bude vyrobena až po odebrání předešlé obsluhujícím pracovníkem. Hlavním přínosem této inovace bude zabránění nadvýroby komponent do zásoby. Další prostor pro inovaci byl vytipován v oblasti doplňování materiálu. Zařízení by vydávalo signál k obsluze při absenci materiálu na vstupu do stroje, čímž by bylo zabráněno plýtvání při chodu stroje naprázdno.

#### 2. Zvýšení přesnosti odměřování komponent

Odměřování délky vyráběné komponenty je zatíženo chybami. Rozměry komponent sice vyhovují předepsané toleranci  $\pm 3$  mm, přesto bude zvýšení přesnosti jeden z hlavních cílů inovace. Především pro zpracování pružných materiálů, které jsou během odvíjení zatíženy tahovým napětím, jež způsobuje pružnou deformaci pásu a následné chybné odměření rotačním encoderem.

### **3. Snížení času výrobního cyklu**

Při aktuálním seřízení rychlostí pohybů stávající zařízení neomezuje výrobní proces. Čas cyklu výroby jedné komponenty je přibližně 5 sekund, v závislosti na její délce. Vzhledem k taktu výroby ostatních celků autopotahu je tato hodnota zcela vyhovující.

### **4. Zvýšení spolehlivosti sekacího zařízení**

Spolehlivost zařízení je vysoká při dodržení pravidelných servisních kontrol. Kromě zmíněného odměřovacího systému pracuje sekací zařízení korektně.

### **5. Flexibilita zařízení**

Zde byl objeven hlavní prostor pro inovaci. Flexibilita je nedostatečná ve smyslu sekání pásového materiálu určité šířky. Při stávajících podmínkách lze zpracovávat pás pouze o určité šíři. Inovované sekací zařízení by plnilo funkci pro stanovený rozptyl šířek pásového materiálu.

Již v počáteční fázi identifikace potřeb byla stanovena priorita bodům č. 1, 2 a 5, které jsou z hlediska budoucího vývoje pro zákazníka velmi důležité. Inovované sekací zařízení by mělo být univerzální zejména v ohledu adaptace na rozměrově odlišné pásové materiály. Proto tento požadavek tvoří hlavní součást detailnějšího průzkumu, popsaneho v následujícím oddílu. Průzkum je zaměřen také na bod č. 1, jelikož by pro zákazníka bylo přínosné doplnit zařízení o funkci přidržování hotové komponenty a detekci materiálu na vstupu.

## **3.2 Interpretace potřeb a přiřazení relativního významu**

Při interpretaci zákaznických potřeb byla dodržována určitá pravidla, jež popisuje Doc. Dr. Ing. Ivan Mašín ve své knize „Metody inovačního inženýrství“ [4]. Důraz byl kladen zejména na formulaci zákaznické potřeby formou popisující co (vlastnost) a ne jak (řešení). Toto pravidlo je třeba mít neustále na paměti a neupínat se předčasně k určitým představám o řešení problému.

Interpretované zákaznické potřeby vycházející z průzkumu v JC CL jsou uvedeny v tabulce 3-1. Při interview s pracovníky se některé odpovědi opakovali, a proto byly interpretovány shodně. Barevné odlišení značí seřazení potřeb do skupin na základě příbuznosti (neboli do jednotlivých oblastí).

**Tabulka 3-1:** Interpretace zákaznických potřeb z průzkumu v JC CL

INTERPRETOVANÁ POTŘEBA
PŘESNĚJŠÍ ODMĚŘOVÁNÍ DÉLKY KOMPONENTY
SIGNALIZACE CHYBĚJÍCÍHO MATERIÁLU NA VSTUPU
FIXACE KOMPONENTY NA VÝSTUPU
SROVNATELNÉ ROZMĚRY SE STÁVAJÍCÍM SEKACÍM ZAŘÍZENÍM
UNIVERZÁLNOST ZAŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ
SNADNÉ SEŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ
PRAVOÚHLIST STŘIHU/ŘEZU
BEZÚDRŽBOVOST ZAŘÍZENÍ
BEZPEČNOST PŘI PORUŠE TLAKOVÉHO VZDUCHU
BEZPEČNOST PŘI PORUŠE/VÝPADKU EL. PROUDU
SNADNÉ ZAVÁDĚNÍ NOVÉHO PÁSU DO ZAŘÍZENÍ
DĚLENÍ JINÝCH MATERIÁLŮ → VĚTŠÍ STŘIŽNÁ SÍLA
OPAKOVATELNÉ DOSAŽENÍ RŮZNÝCH POLOH NASTAVENÍ
OVLÁDACÍ PRVKY ERGONOMICKÉ PRO MUŽE I ŽENY
VYUŽITÍ NAKUPOVANÝCH PRVKŮ ZE STÁVAJÍCÍHO ZAŘÍZENÍ
DLOUHODOBÁ SPOLEHLIVOST FUNKCE
SNADNÁ A RYCHLÁ VÝMĚNA KOTOUČE V ODVÍJECÍM ZAŘÍZENÍ
DLOUHÁ ŽIVOTNOST OSTŘÍ NOŽE
SNADNÁ DEMONTÁŽ A ZPĚTNÁ MONTÁŽ NOŽE Z DŮVODU BROUŠENÍ

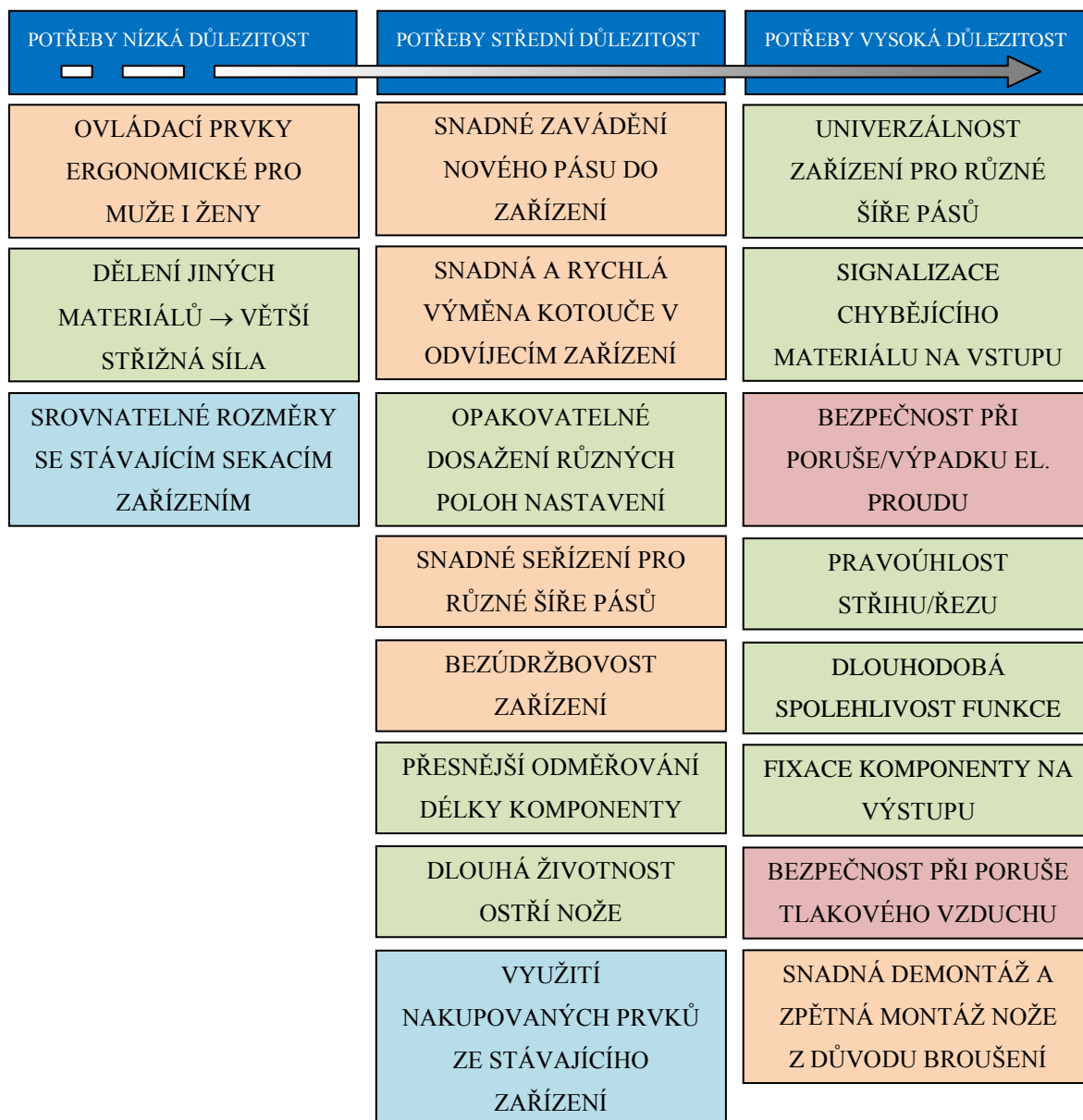
Zdroj: Vlastní

**Legenda:**  Požadavky na obslužnost zařízení,  Funkční požadavky,  
 Konstrukční požadavky,  Bezpečnostní požadavky

### 3.3 Afinní diagram interpretovaných potřeb

Dalším krokem bylo uspořádání interpretovaných potřeb do tří úrovní významnosti. Jednotlivým interpretovaným potřebám byl přiřazen jejich relativní význam ve spolupráci s vedoucími technickými pracovníky a pracovníky obsluhujícími současné sekací zařízení. V této fázi byli velmi přínosné zkušenosti vývojových pracovníků z minulých projektů a zpětná vazba z provozu.

K účelu uskupení potřeb byl využit jeden z nástrojů řízení managementu – afinní diagram (Obrázek 3-1), někdy také označován jako diagram příbuznosti nebo shlukový diagram, jenž je vhodným nástrojem pro uspořádání velkého množství informací týkající se určitého problému.



**Obrázek 3-1:** Afinní diagram interpretovaných potřeb

Zdroj: Vlastní

**Legenda:**  Požadavky na obslužnost zařízení,  Funkční požadavky,  
 Konstrukční požadavky,  Bezpečnostní požadavky

Potřeby zařazené ve střední a vysoké důležitosti byly dále podrobněji diskutovány s vedoucím technickým pracovníkem. Cílem bylo získání přesnějších a detailnějších informací o preferencích zákazníka. Výstupem této diskuze bylo stanovení deseti nejvýznamnějších potřeb a určení jejich váhy v rozmezí hodnot 1 až 5 (tabulka 3-2).

**Tabulka 3-2:** Určení váhy nejvýznamnějších zákaznických potřeb

INTERPRETOVANÁ POTŘEBA	VÁHA
PŘESNĚJŠÍ ODMĚŘOVÁNÍ DÉLKY KOMPONENTY	5
SIGNALIZACE CHYBĚJÍCÍHO MATERIÁLU NA VSTUPU	4
FIXACE KOMPONENTY NA VÝSTUPU	4
UNIVERZÁLNOST ZAŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ	5
SNADNÉ SEŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ	2
PRAVOÚHLOST STŘIHU/ŘEZU	3
SNADNÉ ZAVÁDĚNÍ NOVÉHO PÁSU DO ZAŘÍZENÍ	2
SNADNÁ A RYCHLÁ VÝMĚNA KOTOUČE V ODVÍJECÍM ZAŘÍZENÍ	1
DLOUHÁ ŽIVOTNOST OSTRÍ NOŽE	3
SNADNÁ DEMONTÁŽ A ZPĚTNÁ MONTÁŽ NOŽE Z DŮVODU BROUŠENÍ	1

Zdroj: Vlastní

### 3.4 Quality Function Deployment

Do této chvíle byly potřeby formulovány „řečí zákazníka“. Vhodným prostředkem pro výpočet optimálního rozhodnutí mezi požadavky zákazníka a technickými požadavky při inovaci či vývoji nového produktu je metoda QFD.

QFD je strukturovaná metoda určená k identifikaci a ohodnocení zákaznických potřeb i pro transformaci těchto potřeb v potřeby inženýrské. Využívá principů tzv. korelačních matic, z kterých je vytvořen tzv. kaskádovým způsobem určitý systém. Pomocí tohoto systému lze rozpracovat zákaznickovy potřeby na technické charakteristiky výrobku.

Pro její aplikaci bylo využito jako podkladu tabulky 3-2. Požadavky zákazníka byly rozpracovány do druhé úrovně pro lepší a přesnější představu o výrobku.

Obvykle je v této matici výrobek srovnáván s podobným konkurenčním produktem. Z důvodu utajení informací se však nepodařilo zjistit potřebné detailní informace o žádném srovnatelném zařízení.



KORELACE	
Kladná	+
Záporná	-
Žádná	
VÝZNAMNOST VZÁJEMNÉHO VZTAHU	
Silná	●
Střední	○
Slabá	▽

INTERPRETOVANÁ ZÁKAZNICKÁ POTŘEBA	VÁHA	CHARAKTERISTIKA VÝROBKU																
		Přesnost rotačního encoderu - [PPR]	Síla sevření tažných válců - $F_s$ [N]	Síla přitlačení měřícího válce k pásu - [N]	Hmotnost zdvíhané hmoty při zavádění pásu - [kg]	Délka měřícího modulu - [mm]	Délka pohonného modulu [mm]	Délka sekacího modulu - [mm]	Maximální půdorysný rozměr zařízení - šířka - [mm]	Maximální půdorysný rozměr zařízení - délka - [mm]	Zdvih encoderu a elektromotoru pro zavedení pásu [mm]	Šířka vodící drážky - nastavitelnost - [mm]	Tvrdost materiálu břitů nože [HRC]	Síla potřebná k oddělení komponenty - $F_d$ , $F_{sr}$ [N]	Výška vodící drážky nad deskou stolu [mm]	Použití snímače k detekci materiálu na vstupu - počet - [1]	Síla tahového napětí v pásu $F_T$ [N]	
Přesnější odměřování délky komponenty	5	●	●	●		○				▽		○					●	
Univerzálnost zařízení pro různé šíře pásů	5								●			●		○				
Signalizace chybějícího materiálu na vstupu	4									▽		▽				●		
Fixace komponenty na výstupu	4									▽		▽			○			
Pravoúhlost a kvalita stříhu/řezu	3							○				○	●	●			○	
Dlouhá životnost ostří nože	3							○					●	●			▽	
Snadné seřízení pro různé šíře pásů	2					▽	▽	▽	●	○	▽	●						
Snadné zavádění nového pásu do zařízení	2		○		●	●	●	●	▽	●	●	●			▽	○		
Snadná a rychlá výměna kotouče v odvíjecím zařízení	1																	
Snadná demontáž a zpětná montáž nože z důvodu broušení	1							●					▽		▽			
NAVRHOVANÁ HODNOTA		500	20	10	1,5	60	80	50	300	300	10	10	50	500	180	1	10	
VÝZNAMNOST		45	51	45	18	35	20	47	65	37	20	113	55	69	15	42	57	
POŘADÍ		8	6	8	13	11	12	7	3	10	12	1	5	2	14	9	4	

Zdroj: Vlastní

## 4 Potenciál k inovaci

Diplomová práce má charakter projektu, proto bylo pro její řízení využito řady metod, které představují ověřené a popsané postupy, řešící problémy návrhu a implementace projektu. Etapy projektu na sebe vzájemně navazují, některé mohou běžet paralelně.

### 4.1 Průzkum konkurenčních výrobků

Pro průzkum známých řešení bylo využito hledání na internetu, popřípadě dotazů přímo na výrobce určitých zařízení pomocí e-mailu. Cílem bylo zjistit, jaký způsob dělení pásového materiálu používají jednotliví výrobci. Na trhu bylo vytipováno několik firem, v jejichž nabídkách se nachází taková zařízení, která by splňovala výše uvedené požadavky a vyhovovala by daným podmínkám použití.

Jako nejvhodnější byla vybrána dělička pásů a zipů TBC-50SH od firmy cuTex. Úloha dělení komponent by byla realizovatelná též pomocí zařízení HC-530 od firmy Sheffield Cutting Equipment nebo s využitím stroje WPM-915 od XIAMEN FREEDE INDUSTRY CO.LTD (Obrázek 4-1).



**Obrázek 4-1:** Konkurenční výrobky

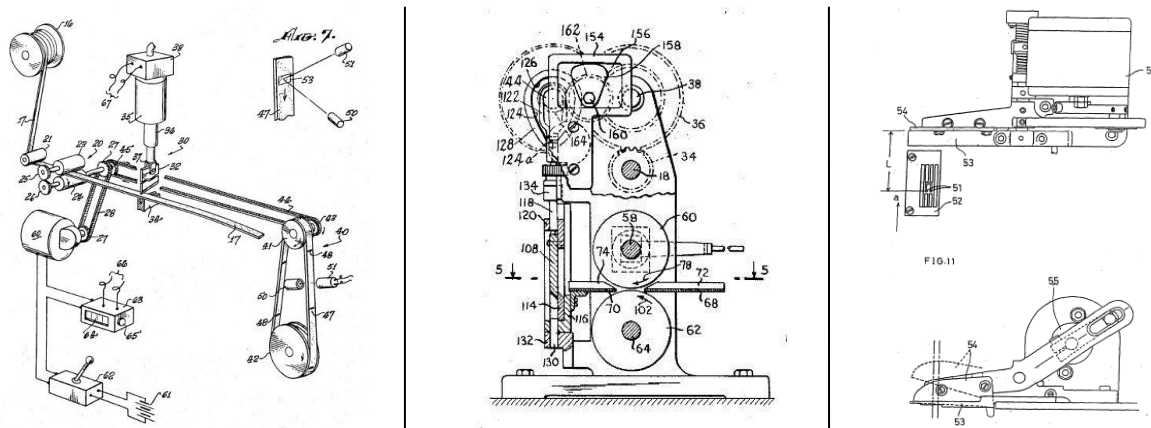
Zdroj: [www.cutex.co.kr](http://www.cutex.co.kr), [www.sheffieldcuttingequip.com](http://www.sheffieldcuttingequip.com), [www.cable-stripping-machine.com](http://www.cable-stripping-machine.com)

U všech zmíněných zařízení výrobce nabízí možnost použití termonože, který oproti klasickému noži vyniká nižším řezným odporem, vyšší kvalitou opracovávaného povrchu a vyšší produktivitou práce. Je ovšem třeba zajistit přívod elektrického proudu a dostatečné větrání.



## 4.2 Patentový průzkum

Patentový průzkum byl proveden pro určení úrovně oboru automatického dělení pásového materiálu. K tomuto účelu je dostupných několik zdrojů. Patentový průzkum pro tuto diplomovou práci byl proveden na databázi Espacenet, kterou spravuje European Patent Office, a s využitím služby Google patents. Oba tyto nástroje jsou volně dostupné.



**Obrázek 4-2:** Ukázky patentu US3420128, patentu US2920521 a patentu EP0950745 B1  
Zdroj: [www.google.com/patents](http://www.google.com/patents)





## 4.3 Zákaznické požadavky a současné sekací zařízení - vyhodnocení

Tabulka 4-1 uvádí, které požadavky zákazníka splňuje současné provedení sekacího zařízení (symbol ☑), a na které musí být zaměřena inovace (symbol ☒).

Výsledky hodnocení ukazují na čtyři oblasti, kterým je nutné při inovaci věnovat pozornost:

1. přidání nových funkcí (detekce materiálu na vstupu, fixace komponenty na výstupu,
2. flexibilita zařízení (univerzálnost pro zpracování pásů o různých šířkách),
3. zvýšení přesnosti odměřování komponent (eliminace tahového napětí v pásu během zpracování),
4. optimalizace způsobu dělení materiálu (prodloužení životnosti ostří nože)

**Tabulka 4-1:** Zhodnocení současného sekacího zařízení z hlediska požadavků zákazníka

POŽADAVKY ZÁKAZNÍKA		POPIS
PŘESNĚJŠÍ ODMĚŘOVÁNÍ DÉLKY KOMPONENTY		Je dosahováno přesnosti $\pm 3$ mm.
SIGNALIZACE CHYBĚJÍCÍHO MATERIÁLU NA VSTUPU DO SEKACÍHO ZAŘÍZENÍ		Po spotřebování materiálu z kotouče zařízení běží naprázdno, nijak neupozorní obsluhu.
FIXACE KOMPONENTY NA VÝSTUPU		Oddělenou komponentu je nutné ihned odebrat, popř. je skluzem směřována do zásobního koše.
UNIVERZÁLNOST ZAŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ		Zařízení lze využít pro zpracování pouze určité šíře pásu.
SNADNÉ SEŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ		Sekací zařízení v současné době nelze seřídit
PRAVOÚHLOST STŘIHU/ŘEZU		
SNADNÉ ZAVÁDĚNÍ NOVÉHO PÁSU DO ZAŘÍZENÍ		
SNADNÁ A RYCHLÁ VÝMĚNA KOTOUČE V ODVÍJECÍM ZAŘÍZENÍ		
DLOUHÁ ŽIVOTNOST OSTŘÍ NOŽE		Dochází k rychlému opotřebení ostří nože, čímž stoupá potřeba řezné měrné síly.
SNADNÁ DEMONTÁŽ A ZPĚTNÁ MONTÁŽ NOŽE Z DŮVODU BROUŠENÍ		

Zdroj: Vlastní

## 4.4 Inovační příležitosti

- Vodící drážka má možnost nastavení šířky pro zpracování různých rozměrů pásů,
- Je sníženo tažné napětí pásu při odvíjení tažným válcem (nedochází k protažení elastického pásu a tím k odchylkám od požadované délky),
- Oddělená komponenta je přidržena až do okamžiku odebrání obsluhou,
- Způsob dělení materiálu je optimalizován (v současnosti nutnost nůž často brousit),
- Je detekován nedostatek materiálu na vstupu do stroje a vyslán signál k obsluze.

## 4.5 Inovační záměr

Vytvořit zařízení na dělení komponent určených k našívání na autopotahy. Zařízení má nastavitelnou šířku vodící drážky, lze tedy využít pro různé šíře zpracovávaných pásů.

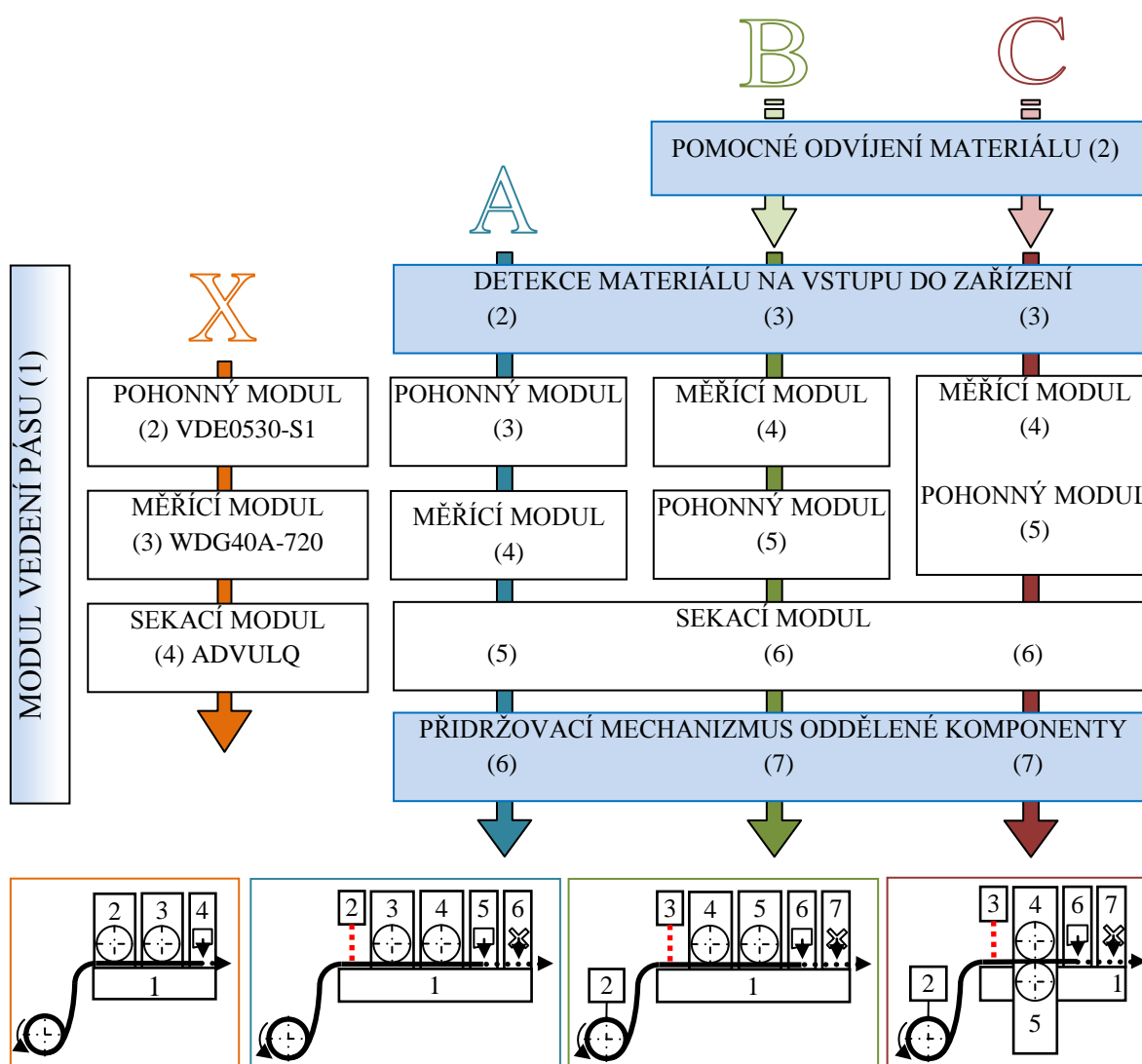


Přidány jsou též funkce přidržení dílu do okamžiku odebrání obsluhou a funkce upozornění na nedostatek materiálu na vstupu do stroje. Zvýšení přesnosti odměřování je dosaženo eliminací tažného napětí v odvíjeném pásu. Způsob dělení pásu je optimalizován tak, aby bylo dosaženo vyšší životnosti nástroje. Tím dojde ke snížení nákladů na údržbu strojního parku a zejména ke zkrácení doby technologických odstávek výrobního zařízení vyvolaných nutností výměny nástroje. Původní pozitivně hodnocené funkce zařízení zůstávají zachovány a projdou též kritickým hodnocením a následně inovačním procesem. Zástavbový prostor zůstává srovnatelný.

## 5 Tvorba konceptů

### 5.1 Tvorba alternativ konceptního řešení sekacího zařízení

V tomto oddílu jsou uvedeny alternativy konceptního uspořádání sekacího zařízení, které řeší nejvhodnější vzájemnou návaznost jednotlivých modulů. Předloženy jsou tři alternativy konceptního uspořádání (Obrázek 5-1).



**Obrázek 5-1:** Návrhy konceptního uspořádání sekacího zařízení  
Zdroj: Vlastní

Podrobný popis konstrukce a funkce stávajícího sekacího zařízení je uveden v kapitole 2. Na obrázku 5-1 je schéma současného uspořádání označeno písmenem X.

Schéma označené písmenem A je shodné se současným stavem. Zařízení je pouze rozšířeno o funkci detekce přítomnosti materiálu na vstupu, jež lze využít pro zastavení chodu stroje. Přidržovací mechanismus komponenty na výstupu ze sekacího zařízení v kombinaci s vhodným senzorem umožňuje fixaci odseknuté části v zařízení do okamžiku odebrání obsluhou. Vodící modul bude vhodným způsobem doplněn o nastavování šířky vodící drážky, aby bylo možno zpracovávat materiál různých šířek.

Bude-li aplikováno pomocné odvíjení materiálu, jež eliminuje nežádoucí tažné napětí v pásu, je možné umístit měřicí modul před modul pohonný (obrázek 11 – schéma B). To se jeví jako výhodné z důvodu přímé návaznosti sekacího modulu na elektromotor. Lze tak vyloučit nežádoucí mechanické vlivy na pás materiálu před useknutím, tedy v oblasti, kde již nelze tento problém automaticky detekovat a zabránit tak výrobě zmetkové délky komponenty.

Schéma C navrhuje umístění tažného válce motoru a měřícího odvalovacího válce encoderu do jedné vertikální roviny. Nezbytnou podmínkou správné funkce tohoto koncepčního uspořádání je zabránění prokluzu válců. Problémem může být též fakt, že skutečná délka odvinutí neodpovídá vždy geometricky definovanému obvodu.

### 5.1.1 Výběr vhodného koncepčního řešení a jeho aplikace

Z výše popsaných koncepčních schémat bylo po dohodě s vedoucím technickým pracovníkem JC CL a po zvážení výhod a záporů jednotlivých konceptů zvoleno koncepční řešení B.

Návrhy variant řešení (oddíly 5.2 a 5.3) jednotlivých modulů vyhovují této zvolené optimální koncepci.

## 5.2 Návrh variant řešení nově přidaných funkcí

V této kapitole jsou zpracovány návrhy variant variabilní šířky vodící drážky, přidržovacího mechanismu oddělené komponenty, způsobu detekce materiálu na vstupu do zařízení a mechanismu pomocného odvíjení materiálu.

### 5.2.1 Návrh variabilní šířky vodící drážky

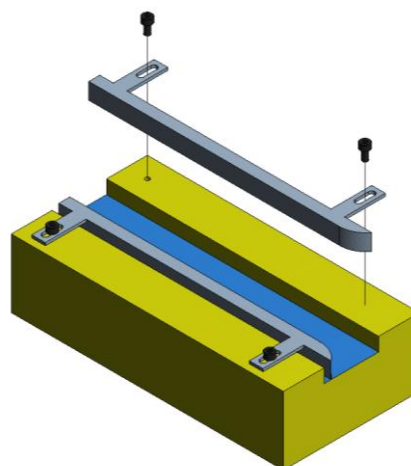
Inovované sekací zařízení bude disponovat vodící drážkou s nastavitelnou šířkou v rozmezí 10 až 25 mm. Bez ohledu na šíři zpracovávaného pásu musí být podélná rovina pásu totožná s podélnou rovinou drážky. Nastavování šíře tedy nelze provádět pohybem pouze jedné vymezovací lyžiny, ale je nutné pohybovat oběma symetricky. Tento požadavek je dán pevným umístěním tažného válce elektromotoru a odvalovacího válce encoderu právě v podélné rovině vodící drážky.

#### Současné řešení vodící drážky

Na stávajícím zařízení není možnost nastavovat šířku vodící drážky. Sekací zařízení je konstruováno pro sekání komponent konkrétní šíře.

#### Varianta 1 – manuální pomocí čtyř šroubů

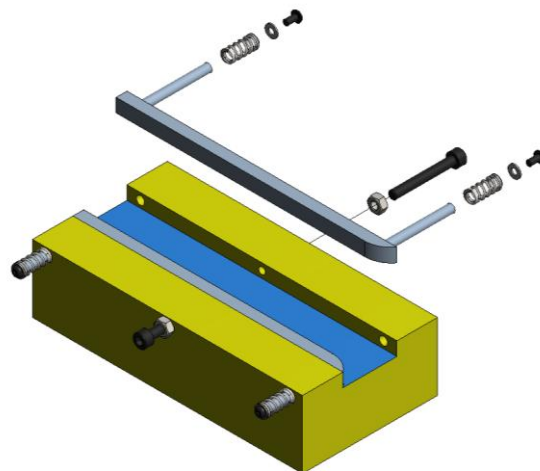
Ve variantě číslo jedna jsou navrhovány manuálně stavitelné vymezovací lyžiny. Jedná se o nejjednodušší způsob zajištění variabilní šířky vodící drážky. Vinou manipulace s jednotlivými lyžinami odděleně je nutné věnovat zvýšenou pozornost zachování podélné osy. Výhodou této varianty je absence nakupovaných pohonů a tím její ekonomická nenáročnost.



**Obrázek 5-2:** Drážka – var. 1  
Zdroj: Vlastní

### Varianta 2 – Manuální stavěcí šroub a vodící tyče s tlačnými pružinami

Druhý návrh opět předpokládá manuální nastavení vymezovacích lyžin. Ty jsou na krajích opatřeny vodícími tyčemi, které se pohybují ve vyvrtaných otvorech v tělese vodícího modulu. Stavěcím šroubem s kontramaticí jsou lyžiny odtláčovány směrem k podélné ose vodící drážky. Při povolování šroubu je vratný pohyb lyžin zajištěn tlačnými pružinami umístěnými na koncích vodících tyčí.

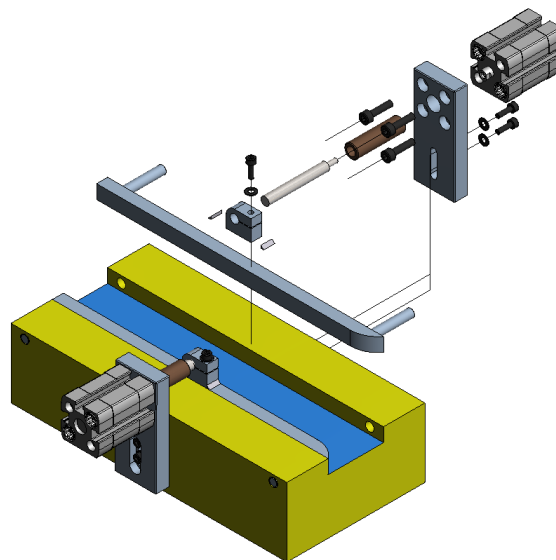


**Obrázek 5-3:** Drážka – var. 2  
Zdroj: Vlastní

### Varianta 3 – Dva pneumatické pohony ADN a vodící tyče

Varianta číslo tři využívá pneumatických pohonů ADN-12-5-I-P-A (č. dílu 536211) od firmy FESTO v počtu dvou kusů. Pro zajištění rovnoběžnosti vymezovacích lyžin s podélnou osou vodící drážky byly využity vodící tyče s vedením vyvrtaným do tělesa vodícího modulu.

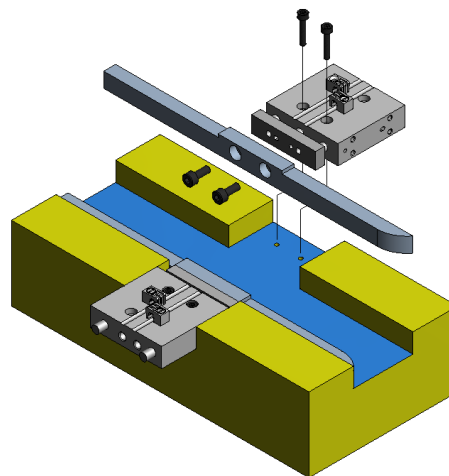
Výhodou je snížení počtu nakupovaných pohonů na polovinu oproti variantě číslo pět. Nároky na přesnost výroby ovšem vzrostly, je nutné předejít vzpříčení vodících tyčí ve vedení.



**Obrázek 5-4:** Drážka – var. 3  
Zdroj: Vlastní

#### Varianta 4 – dvě vodící jednotky DFC

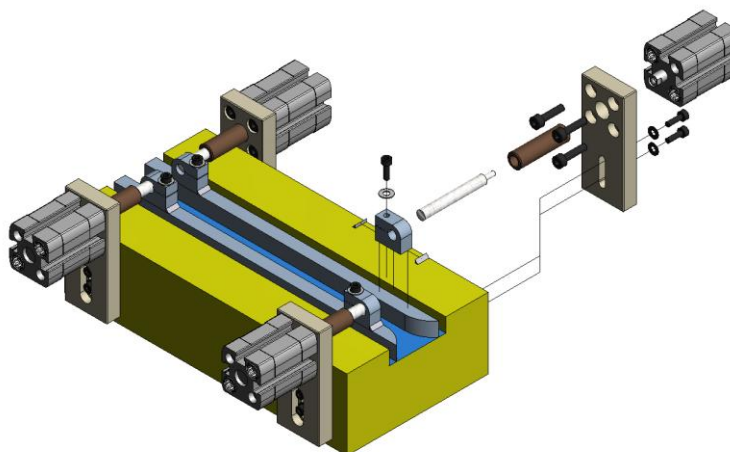
Čtvrtá varianta je tvořena dvojicí nejmenších dvojčinných vodících jednotek Mini DFC-10-5-P-A-GF (č. dílu 189467) od firmy FESTO. Mají minimální nároky na zástavbový prostor z důvodu umístění pohonu a kluzného vedení GF přímo v tělese. Vymezovací lyžiny jsou přišroubovány k posuvové desce, jejíž pohyb řídí dvojice vodících tyčí. Upevnění vodících jednotek naplocho shora vyžaduje vyfrézování zástavbového prostoru, ale následnou výhodou je jejich zapuštění v tělese vodícího modulu.



**Obrázek 5-5:** Drážka – var. 4  
Zdroj: Vlastní

#### Varianta 5 – čtyři pneumatické pohony ADN

Tato varianta využívá čtyř kompaktních dvojčinných pneumatických pohonů ADN-12-5-I-P-A (č. dílu 536211) od firmy FESTO s jednostrannou pístnicí Ø12 mm s vnitřním závitem a zdvihem 5 mm. Do upevňovací desky je nalisováno kluzné vedení, ve kterém se pohybuje nástavec pístnice zajišťující vyložení délky o potřebnou hodnotu. Pneumatický pohon je k desce upevněn přímo přírubou za přední víko pomocí čtyř šroubů ISO 4762 M4x16. Vymezovací lyžiny mají navařeny v horní části oka, pomocí nichž jsou upevněny k pístnicím pneuválců. Výhodou této varianty je volný střed vodícího modulu a tedy dostatek prostoru pro umístění zbylých částí zařízení.



**Obrázek 5-6:** Drážka – var. 5  
Zdroj: Vlastní



### 5.2.2 Výběr vhodného řešení variabilní šířky vodící drážky

Pro volbu nejvhodnějšího řešení variabilní vodící drážky je použito rozhodovací analýzy (Tabulka 5-1). Analýza užítivosti byla zaměřena zejména na plnění kritérií v oblastech:

- Konstrukční složitost
- Rozsah automatizace
- Spolehlivost funkčnosti
- Ekonomická náročnost
- Možnost modifikace

Protože jednotlivá kritéria mají rozdílnou míru závažnosti pro posuzování variant, je nutné stanovit jejich váhu. V reálných podmínkách by nad tímto hodnocením jednotlivých vlastností měl stejně jako v případě QFD zasednout multi-oborový tým. Jednotlivé hodnocení je tak závislé na složení týmu a zkušenosti. Tato analýza byla zpracována pouze autorem práce, proto by se mohly vyskytnout odchylky při porovnání s výsledky hodnocení týmu.

Výsledkem rozhodovací analýzy mezi pěti variantami konceptů, dle uvedených kritérií bylo stanoveno pořadí alternativ podle užítivosti.

Jak vyplývá z tabulky 5-1, z navržených řešení mají vysoký počet dosažených bodů varianty č. 5 a č. 1. Po konzultaci s vedoucím technickým pracovníkem JC byl upřednostněn koncept č. 5, jenž disponuje automatickým polohováním. Jako polohovací zařízení pro přesun vymezovacích lyžin slouží čtveřice pneumatických válců řady ADN. Velkou výhodou tohoto návrhu je rozmístění pohonů po krajích vodícího modulu, čímž vzniká dostatek prostoru pro zástavbu pohonného, měřicího a sekacího modulu. Další výhodou je absence lineárního vedení oproti variantám č. 2, 3 a 4.



**Tabulka 5-1:** Rozhodovací analýza variabilní vodící drážky

VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ ROZŠIŘOVÁNÍ VODÍCÍ DRÁŽKY														
PÁROVÉ SROVNÁNÍ KRITÉRIÍ			MATICE UŽITNOSTI ALTERNATIV											
Poř. čís.	Název kritéria	Váha kritéria	VARIANTA											
			č.X		č.1		č.2		č.3		č.4		č.5	
			p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h
1. ↓	CELKOVÁ SLOŽITOST KONSTRUKCE/POČET DÍLŮ	3	+	300	+	300	0	150	0	150	0	150	–	0
2. ↑	ROZSAH AUTOMATIZACE	3	+	300	–	0	–	0	0	150	0	150	+	300
3. ↑	DLOUHODOBÁ SPOLEHLIVOST FUNKCE	3	+	300	–	0	–	0	0	150	0	150	0	150
4. ↑	APLIKOVATELNOST DO STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE	1	+	100	+	100	0	50	–	0	–	0	+	100
5. ↓	POČET POHONŮ	3	+	300	+	300	+	300	0	150	0	150	–	0
6. ↓	NÁKLADY NA POHON A OVLADAČE	2	+	200	+	200	+	200	0	100	–	0	0	100
7. ↓	PROVOZNÍ NÁKLADY	2	+	200	+	200	+	200	0	100	0	100	0	100
8. ↓	SLOŽITOST MONTÁŽE/SEŘÍZENÍ	2	+	200	–	0	–	0	0	100	+	200	0	100
9. ↓	POHYBOVANÉ HMOTY	1	+	100	+	100	0	50	–	0	0	50	+	100
10. ↓	NÁROKY NA POHONY A OVLADAČE	2	+	200	–	0	–	0	0	100	0	100	+	200
11. ↓	VÝROBNÍ SLOŽITOST VYRÁBĚNÝCH DÍLŮ	3	+	300	+	300	+	300	–	0	–	0	0	150
12. ↓	CELKOVÁ TUHOST MECHANISMU	3	+	300	+	300	+	300	0	150	–	0	0	150
13. ↑	JEDNODUCHOST PROGRAMOVÁNÍ POLOH	2	+	200	–	0	0	100	+	200	+	200	+	200
14. ↑	OPAKOVATELNÁ PŘESNOST POLOHY	2	+	200	–	0	0	100	0	100	0	100	+	200
15. ↑	BEZPEČNOST OBSLUHY	1	+	100	–	0	0	50	0	50	+	100	+	100
16. ↑	VARIABILITA PRO MONTÁŽ	3	+	300	+	300	–	0	–	0	0	150	+	300
CELKEM				3600		2100		1800		1500		1600		2250
UŽITNOST V RELATIVNÍM VYJÁDŘENÍ (%)						58,3		50		41,7		44,4		62,5
POŘADÍ ALTERNATIV PODLE UŽITNOSTI					☒	2	☒	3	☒	5	☒	4	☑	1
↑ Optimum je maximum			↓ Optimum je minimum											

Zdroj: Vlastní

**Hodnocení:** + splňuje, 0 splňuje s výhradami, - nesplňuje

### 5.2.3 Návrh přidržování oddělených komponent

Během analýzy zákaznických potřeb v provozu JC byl vyjádřen požadavek pro rozšíření sekacího zařízení o funkci přidržení oddělené komponenty. Fixování odseknuté komponenty na výstupu do okamžiku odebrání obsluhou bude eliminovat fyzickou námahu pracovníka. Všechny tři navrhované varianty musí být doplněny vhodným optoelektronickým snímačem.

#### Současné řešení přidržování oddělených komponent

Touto funkcí současné zařízení nedisponuje a useknuté komponenty jsou směřovány pomocí skluzu do zásobního koše.

#### Varianta 1 – otočný váleček

Varianta číslo jedna nevyužívá nakupovaného pohonu, čímž vyniká zejména v ohledu finanční nenáročnosti. Spočívá v otočném válečku, který je pomocí dvou tlačných pružin přitlačován k odvíjenému materiálu. Síla pružin zaručuje snadné odvalování válce tak, aby nebyl deformován procházející pás materiálu. Konstrukční jednoduchost této varianty je vykoupena nežádoucím permanentním třením přitlačného válce o odvíjený materiál.

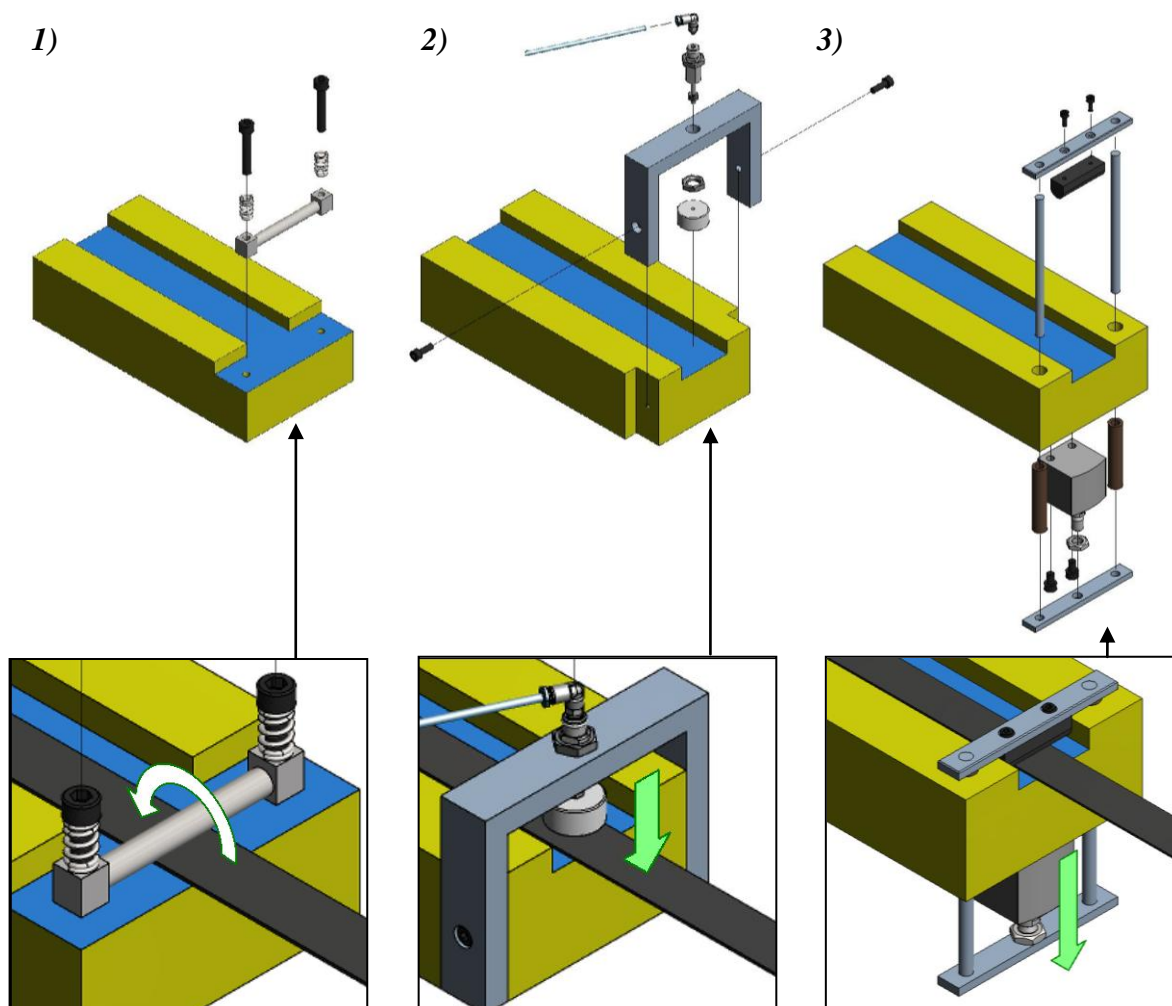
#### Varianta 2 – jednočinný vestavný válec EGZ

Pro pohon druhé varianty byl vybrán jednočinný tlačný vestavný válec typ EGZ-6-10 (č. dílu 15034) od firmy FESTO vyžadující minimální montážní prostor. Umístěn je ve středu hrazdy nad vodící drážkou. Vratný pohyb válce je zajištěn pružinou o síle 2,1 N. Na pístnici namontovaná plastová přidržovací patka splňuje podmínku maximálního použitelného zatížení na píst 0,1N.

#### Varianta 3 – jednočinný tlačný válec AEVC

Třetí variantu přidržování odseknuté komponenty tvoří jednočinný tlačný válec s krátkým zdvihem typ AEVC-20-10-A-P (č. dílu 188138) od firmy FESTO. Ten je upevněn průchozími dírami pomocí dvou šroubů ISO 4762 M5x40 na spodní straně vodícího modulu. Zdvih válce je přenášen dvěma posuvovými deskami upevněnými na koncích

vodících tyčí nad vodící drážku. O kontakt s odseknutou komponentou se stará pryžový blok uchycený na horní posuvové desce. Výhodou je umístění pohonu zespoda, čímž je lépe chráněn proti nechtěnému mechanickému poškození, při manipulaci s komponenty.



**Obrázek 5-7:** Varianty přidržování odseknuté komponenty

1. otočným válečkem, 2. pneumatickým pohonem EGZ, 3. pneumatickým pohonem AEVC

Zdroj: Vlastní

## 5.2.4 Výběr vhodného řešení přidržování oddělené komponenty

Tabulka 5-2 vybrala jako vítěznou variantu přidržovač číslo 2, využívající jednočinného pneumatického pohonu EGZ od firmy FESTO.

**Tabulka 5-2:** Rozhodovací analýza přidržovače oddělené komponenty

VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ PŘIDRŽOVÁNÍ ODDĚLENÉ KOMPONENTY										
PÁROVÉ SROVNÁNÍ KRITÉRIÍ			MATICE UŽITNOSTI ALTERNATIV							
Poř. čís.	Název kritéria	Váha kritéria	VARIANTA							
			č.X		č.1		č.2		č.3	
			p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h
1. ↓	CELKOVÁ SLOŽITOST KONSTRUKCE	3	+	300	–	0	+	300	0	150
2. ↓	POČET POHONŮ	2	+	200	0	100	0	100	+	200
3. ↑	DLOUHODOBÁ SPOLEHLIVOST FUNKCE	3	+	300	–	0	+	300	0	150
4. ↓	POHYBOVANÉ HMOTY	1	+	100	+	100	–	0	–	0
5. ↓	NÁKLADY NA POHON A OVLADAČE	3	+	300	–	0	0	150	0	150
6. ↓	PROVOZNÍ NÁKLADY	1	+	100	–	0	0	50	0	50
7. ↓	NÁKLADY NA DALŠÍ KOMPONENTY	2	+	200	0	100	0	100	–	0
8. ↓	NÁROKY NA LINEÁRNÍ VEDENÍ	2	+	200	+	200	0	100	–	0
9. ↓	VÝROBNÍ SLOŽITOST VYRÁBĚNÝCH DÍLŮ	3	+	300	+	300	0	150	0	150
10. ↑	OPAKOVATELNÁ PŘESNOST POLOHY	1	+	100	0	50	–	0	+	100
11. ↓	NÁROKY NA ZÁSTAVBOVÝ PROSTOR	2	+	200	–	0	+	200	0	100
12. ↑	BEZPEČNOST PŘI VÝPADKU TLAKU	1	+	100	0	50	0	50	+	100
13. ↑	BEZPEČNOST OBSLUHY	1	+	100	–	0	0	50	0	50
CELKEM				2500		900		1550		1200
UŽITNOST V RELATIVNÍM VYJÁDŘENÍ (%)						36		62		48
POŘADÍ ALTERNATIV PODLE UŽITNOSTI					☒	3	☑	1	☒	2
↑ Optimum je maximum				↓ Optimum je minimum						

Zdroj: Vlastní

**Hodnocení:** + splňuje, 0 splňuje s výhradami, - nesplňuje

### 5.2.5 Návrh pomocného odvíjení materiálu

V případě výroby komponent není nutné aplikovat systém výměny kotouče při snížené rychlosti, nebo při plné provozní rychlosti, ale bude kladen důraz na způsob upínání kotouče, který umožňuje rychlou manipulaci. Tím se zkrátí čas potřebný na výměnu kotouče při zastavení stroje.

Odvíjení pásového materiálu z kotouče lze provádět několika způsoby pohonu odvíjeného kotouče. Poháněna může být buď hřídel, ze které se kotouč odvíjí nebo lze odvíjený kotouč pohánět obvodově přitlačným válcem či poháněcími řemeny. Dle toho jsou voleny i různé způsoby upínání kotouče. Všechny však musí zajišťovat:

- upnutí kotouče tak, aby jeho osa byla fixována,
- upnutí kotouče musí být centrováno a jeho poloha stranově seřiditelná,
- musí splňovat podmínky pro přenos pohonu při regulaci tahu odvíjeného pásu

#### Současné řešení pomocného odvíjení materiálu

Současné odvíjení pásového materiálu je realizováno tahem tažných válců. Kotouč je rotačně uložen na nepoháněné odvíjecí hřídeli. Odvíjení probíhá konstantní rychlostí.

#### Varianta 1 – nosné válce

Jedná se o odvíjení na nosných válcích bez hřídele (Obrázek 5-8-1). V průběhu odvíjení se zmenšuje poloměr odvíjeného kotouče, čímž se mění točivý moment na podélné ose kotouče podle vztahu:

$$M = F_{tp} \cdot r$$

kde  $M$  – točivý moment,  $F_{tp}$  – tažná síla odvíjeného pásu,  $r$  – momentální poloměr odvíjeného kotouče.

Obvodový pohon spolehlivě umožní konstantní rychlost odvíjeného kotouče bez závislosti na jeho měnícím se poloměru. Způsob odvíjení na nosných válcích je však vhodný především při zpracování velkých těžkých kotoučů.

**Varianta 2 – vsunutý hřídel**

Odvíjení je řešeno na vsunutém hřídeli do dutinky kotouče (Obrázek 5-8-2). Tento způsob odvíjení z hřídele s centrálním pohonem vyžaduje náročnější a nákladnější pohon. Má-li totiž odvíjení probíhat při konstantní rychlosti pásu, musí centrální pohon měnit počet otáček odvíjení v závislosti na poloměru odvíjeného kotouče. Pro počet otáček při odvíjení  $n$  platí vztah:

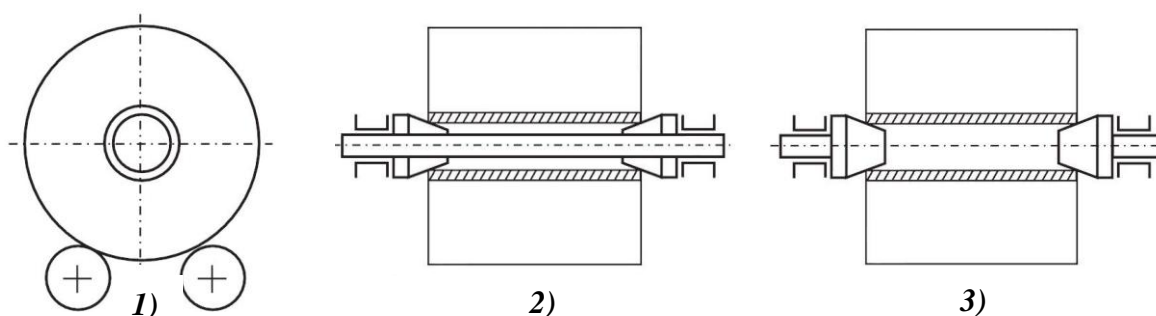
$$n = \frac{v_p}{2\pi r}$$

kde  $v_p$  – rychlost pásu,  $r$  – momentální poloměr odvíjeného kotouče.

Velkou výhodou této varianty je možnost využití stávajícího odvíjecího zařízení, které by bylo konstrukčně upraveno pro umístění pohonu.

**Varianta 3 – bezhřídelové upínání**

Posledním způsobem (Obrázek 5-8-3) je odvíjení bezhřídelové, při kterém je kotouč upínán do ramen stojanu komolými kužely, vsouvány na obou stranách do otvoru dutinky. Tento způsob umožňuje snadnější výměnu kotouče než je tomu u hřídelového způsobu. Vhodný je zejména v případech, kde se pracuje s širokými kotouči.



**Obrázek 5-8:** Varianty způsobu upínání kotouče do odvíjecího stojanu

1) nosné válce, 2) hřídelový systém, 3) bezhřídelový systém

Zdroj: MACHÁŇ, J. *Výroba obalů: technologické postupy zpracování papíru a lepenek* [3]



## 5.2.6 Výběr vhodného řešení pomocného odvíjení materiálu

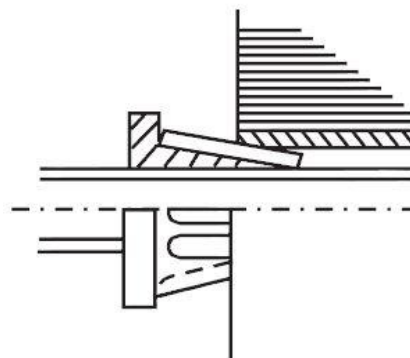
Tabulka 5-3: Rozhodovací analýza pomocného odvíjení materiálu

VÝBĚR VHDNÉHO ŘEŠENÍ POMOCNÉHO ODVÍJENÍ MATERIÁLU										
PÁROVÉ SROVNÁNÍ KRITÉRIÍ			MATICE UŽITNOSTI ALTERNATIV							
Poř. čís.	Název kritéria	Váha kritéria	VARIANTA							
			č.X		č.1		č.2		č.3	
			p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h
1. ↓	CELKOVÁ SLOŽITOST KONSTRUKCE	3	+	300	–	0	+	300	0	150
2. ↓	PŘEDPOKLÁDANÝ ČAS VÝMĚNY KOTOUČE	3	+	300	0	150	0	150	+	300
3. ↑	SPOLEHLIVOST FUNKČNOSTI	3	+	300	–	0	+	300	0	150
4. ↓	NÁKLADY NA POHON A OVLADAČE	3	+	300	+	300	–	0	–	0
5. ↓	PROVOZNÍ NÁKLADY	1	+	100	–	0	0	50	0	50
6. ↓	NÁKLADY NA SERVIS	2	+	200	–	0	0	100	0	100
7. ↓	POČET POHONŮ	2	+	200	0	100	0	100	–	0
8. ↓	NÁROKY NA POHON A OVLADAČE	2	+	200	+	200	0	100	–	0
9. ↓	VÝROBNÍ SLOŽITOST VYRÁBĚNÝCH DÍLŮ	3	+	300	+	300	0	150	0	150
10. ↓	OBTÍŽNOST ZAJIŠTĚNÍ CELKOVÉ TUHOSTI	1	+	100	0	50	–	0	+	100
11. ↓	NÁROKY NA ZÁSTAVBOVÝ PROSTOR	1	+	100	–	0	+	100	0	50
12. ↑	OPAKOVATELNÁ PŘESNOST UPNUTÍ KOTOUČE	3	+	300	0	150	0	150	+	300
13. ↑	BEZPEČNOST OBSLUHY	1	+	100	–	0	0	50	0	50
14. ↑	VYUŽITELNOST STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE	2	+	200	–	0	+	200	–	0
CELKEM				3000		1250		1750		1400
UŽITNOST V RELATIVNÍM VYJÁDŘENÍ (%)						41,7		58,3		46,7
POŘADÍ ALTERNATIV PODLE UŽITNOSTI					☒	3	☑	1	☒	2
↑ Optimum je maximum				↓ Optimum je minimum						

Zdroj: Vlastní



Zvolena varianta 2 – vsunutý hřídel. Princip upínání kotouče bude pomocí na hřídeli umístěných komolých kuželů. Jedná se o axiální způsob upínání kotouče na hřídel. Zasunutím a upnutím posuvných komolých kuželů do čel otvorů dutinky na obou stranách kotouče dojde k jeho sevření v axiálním směru. Drážkovaný povrch upínacího kuželu zajišťuje rovněž pevné upnutí v radiálním směru (Obrázek 5-9).



**Obrázek 5-9:** Princip upínání kotouče v odvíjecím stojanu

Zdroj: MACHÁŇ, J. *Výroba obalů: technologické postupy zpracování papíru a lepenek* [3]

V konstrukční části bude řešena problematika využití centrálního pohonu s konstantními otáčkami.

### 5.2.7 Návrh snímače pro upozornění na nedostatek materiálu

Senzor umístěný v místě vstupu materiálu do sekacího zařízení musí umožňovat spolehlivou detekci pásu. V případě vyčerpání zásoby vyšle snímač signál k zastavení chodu stroje. Binární fotoelektrické senzory existují ve třech variantách:

1. jednocestná optická závora (vysílací a přijímací jednotka)
2. reflexní optická závora (vysílač i přijímač ve společném pouzdře - odrazka umístěná na opačné straně odrazí paprsek zpět do přijímače)
3. difusní snímač (vysílač i přijímač ve společném pouzdře – detekovaný objekt odrazí část světla svým povrchem zpět do přijímače).

Vzhledem k účelu použití je neoptimálnější volbou optoelektronický difusní snímač s potlačeným pozadím, aby nedocházelo k nežádoucí detekci objektů na pozadí.

Byly vytipovány čtyři varianty snímačů z nabídek firem Balluff, Sick, Turck a Pepperl+Fuchs. Jde o snímače srovnatelné velikostí, funkcemi i výkonovými parametry. Pro přehlednější porovnání jsou varianty uspořádány do tabulky, která je součástí přílohy 3. V příloze je rovněž uvedena rozhodovací analýza, ze které vyšel jako nejvhodnější snímač BOS6K-PU-1OC-S75-C (Balluff).

## 5.3 Návrh inovací stávajících modulů

V tomto oddílu budou navrženy inovace funkcí, kterými disponuje stávající sekací zařízení. Konkrétně bude inovován pohonný, měřicí a sekací modul. Zejména posledně jmenovaný bude celkově přepracován, aby bylo dosaženo vyšší životnosti nástroje.

### 5.3.1 Pohonný modul

Mezi pásem materiálu a podložnou lištou vzniká na styčné ploše smykové (kluzné) tření (Obrázek 5-10a). Třecí síla (hodnota součinitele smykového tření) závisí na konkrétní dvojici látek na povrchu a drsnosti těles, mezi nimiž smykové tření probíhá. Je snaha o co nejnížší hodnotu součinitele smykového tření mezi materiálem podložné lišty a zpracovávaným materiálem ( $\mu_2$ ). Pro uvažovanou podložnou lištu vyrobenou z plastu a nejčastěji se vyskytující textilní pás je přibližná hodnota  $\mu_2 = 0,35$ . Třecí síla  $F_{ts}$  při smykovém tření má tedy velikost:

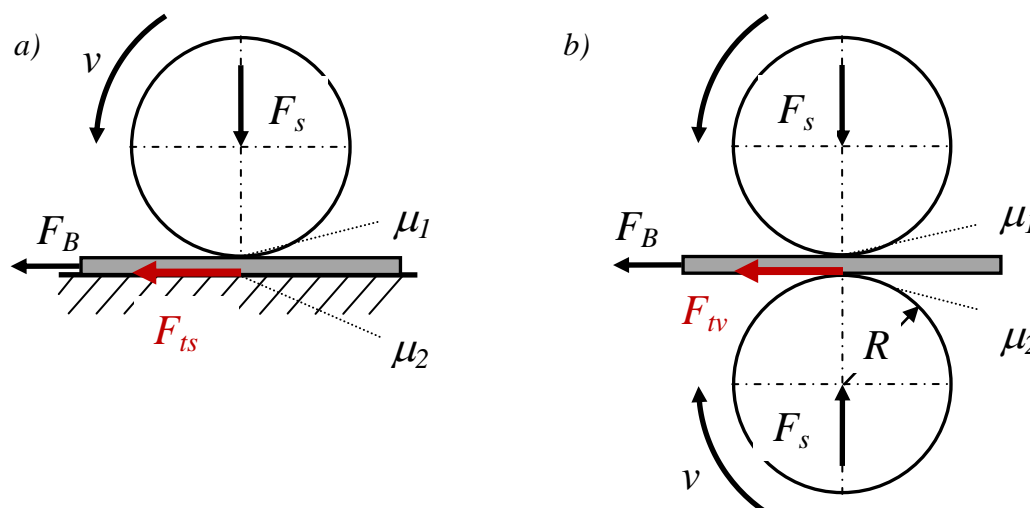
$$F_{ts} = \mu_2 \cdot F_S = 0,35 \cdot 20N = 7N$$

kde  $\mu_2$  je součinitel smykového tření,  $F_S$  je kolmá tlaková síla mezi tělesy (např. tíha tělesa)

V navrhovaném řešení bude s úspěchem využito valivého odporu neboli valivého tření (Obrázek 5-10b). To je druh tření, které vzniká mezi tělesem kruhového průřezu při jeho valivém pohybu a podložkou. Hodnoty ramena valivého odporu (součinitele valivého tření) závisí na konkrétní dvojici látek těles, mezi kterými je valivý odpor. Pro uvažovaný ocelový válec a nejčastěji se vyskytující gumový pás je přibližná hodnota  $\xi = 0,0005$  m. Velikost valivého odporu  $F_{tv}$  má velikost:

$$F_{tv} = \xi \cdot \frac{F_S}{R} = 0,0005m \cdot \frac{20N}{0,025m} = 0,4N$$

kde  $\xi$  (ksí) je rameno valivého odporu,  $F_S$  je kolmá tlaková síla mezi tělesy (např. tíha tělesa),  $R$  je poloměr průřezu tělesa



**Obrázek 5-10:** Smykové a valivé tření

Zdroj: Vlastní

Valivý odpor je pro stejnou přitlačnou sílu  $F_s$  výrazně menší než smykové tření, proto navrhují odvíjet pás materiálu tažnými válci s využitím principu tečného vedení přitlakem válců, které přenášejí třením svou obvodovou rychlost na vedený pás.

Nežádoucí síla  $F_B$ , která může být přenesena na pás, závisí na síle sevření  $F_s$  a koeficientu tření  $\mu$  mezi válcem a odvíjeným pásem.

Je výhodné pohánět spodní válec z důvodu možnosti pevného umístění těžkého elektromotoru do spodní části, kde není nutná manipulace při zavádění nového pásu.

### 5.3.2 Měřicí modul

Inovace vychází ze stejného závěru jako modul pohonný. Tedy, že valivý odpor je pro stejnou přitlačnou sílu  $F_s$  výrazně menší než smykové tření. Použito bude spodního válce umístěného do vodící drážky vodícího modulu.

V případě měření je nutné zohlednit, že skutečná délka odvinutí neodpovídá vždy geometricky definovanému obvodu. Dochází k odchylkám, které se projevují negativně při nedostatečném přitlaku válců nebo při protažení elastických pásů, ale také pozitivně jako zrychlení pásu.

### 5.3.3 Sekací modul

Oddělování materiálu tvoří hlavní úkol sekacího zařízení, proto bude inovaci sekacího modulu věnován největší prostor. Řezací stroje provádějí řez principem stříhu nebo řezu (při ruční výrobě stříh nůžkami, nebo řez nožem). Při stříhu působí proti sobě dva nože, které přesunutím břitů stříhaný materiál rozdělují. Při řezu působí jeden nůž proti podložce.

#### Stříh

Stříh probíhá ve dvou fázích. Nože se nejprve vtlačují do materiálu a namáhají ho v ohybu. Dalším pohybem nožů se napětí materiálu v lince stříhu zvyšuje, až se překročí mez pevnosti a dojde k přestřižení (odtržení). Při stříhání je překonávána pevnost materiálu ve stříhu ( $\tau_a$ ), což je odpor, který klade materiál nožům při stříhání. U každého materiálu nabývá tato vlastnost různých hodnot a je závislá na několika faktorech (obsah vlhkosti ve stříhaném materiálu, orientace vláken, atd.). Zjišťuje se pokusně ze vztahu:

$$\tau_a = \frac{F_{stř}}{A} \text{ (MPa)}$$

kde  $\tau_a$  je pevnost zkoušeného materiálu ve stříhu (MPa),  $F_{stř}$  - střižná síla (N),  $A$  - plocha průřezu stříhaného pásu ( $\text{mm}^2$ ).

V tabulce 5-4 je porovnán stříh s rovnoběžnými noži a stříh se skloněnými noži. V prvním případě probíhá okamžitý stříh v celé délce stříhu současně. To vyžaduje značných střižných sil, v důsledku toho robustní konstrukci stroje a značnou hnací sílu. Proto se zpravidla stříhá skloněnými noži, kdy poloha břitu horního nože je vůči dolnímu noži skloněna o úhel sklonu nože  $\delta$ . Zde probíhá okamžitý stříh pouze v délce ( $x$ ) závislé na tloušťce stříhaného materiálu ( $s$ ) a úhlu sklonu horního nože ( $\delta$ ). Z výsledků porovnání obou způsobů je patrné, že střižná síla je zde asi čtyřikrát menší než při stříhu paralelními noži.

Další alternativou je použití dvoustranně skloněného břitu nože. Tato varianta však nebývá vhodná, jelikož se stříhaný materiál ohýbá a vrásní a stříh není rovný.

**Tabulka 5-4:** Porovnání způsobu stříhu rovnoběžným a skloněným nožem

VÝPOČET STŘIŽNÉ SÍLY		
	ROVNOBĚŽNÉ NOŽE	SKLONĚNÉ NOŽE
SCHEMA		
PŮSOBNÍ SIL		
STŘIŽNÁ SÍLA [N]	$F_{stř} = A \cdot \tau_a$	$F_{stř} = (s \cdot \cotg \delta) \cdot s \cdot \tau_a$
	$F_{stř} = l \cdot s \cdot \tau_a$	$F_{stř} = s^2 \cdot \tau_a \cdot \cotg \delta$
LEGENDA	$\tau_a$ - pevnost materiálu ve stříhu (MPa), $A$ - plocha stříhu (mm <sup>2</sup> ), $l$ - délka stříhu (mm), $s$ - tloušťka materiálu (mm), $\delta$ - úhel sklonu nože (°), $x$ - délka okamžitého stříhu (mm)	
PŘÍKLAD PRO POROVNÁNÍ: $s = 1,5 \text{ mm}$ ; $\tau_a = 48 \text{ MPa}$ ; $l = 30 \text{ mm}$ ; $\delta = 12^\circ$		
	$F_{stř} = 30 \cdot 1,5 \cdot 48 = 2160 \text{ N}$	$F_{stř} = 1,5^2 \cdot 48 \cdot 4,7046 = 508 \text{ N}$

Zdroj: Vlastní

Na průběh stříhu má vliv také mezera mezi noži - střížná vůle. Při nadměrné vůli mezi noži vzrůstá ohybový moment a stříh je nekvalitní.

Z rovnice pro výpočet střížné síly při skloněném horním noži vyplývá, že čím větší je úhel sklonu břitu nože  $\delta$ , tím menší je okamžitá střížná síla. Se zvětšujícím se úhlem  $\delta$  je však prodlužována dráha, kterou musí nůž při stříhu vykonat. Tím pádem je nutný větší zdvih nože, čímž je zmenšována výkonnost stroje. Zejména je ale nutné zohlednit stranově působící složku síly  $F_H$ , která vytlačuje stříhaný materiál ze záběru stříhu. Platí vztah:

$$F_H = F_{stř} \cdot \tan \delta$$

Proti této složce síly působí odpor tření mezi stříhaným materiálem a spodním nožem:

$$F_t = \mu \cdot F_{stř}$$

Nemá-li se stříhaný materiál posunovat do stran ve směru složky síly  $F_H$ , musí platit vztah:

$$F_H < F_t \quad \text{po dosazení} \quad \tan \delta < \mu$$

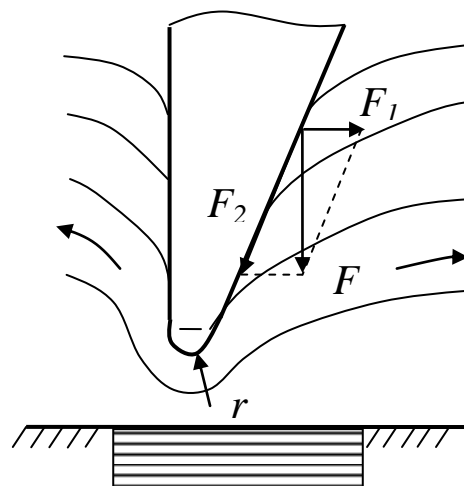
Z tohoto vztahu vyplývá, že úhel sklonu horního nože se volí podle povrchu stříhaných materiálů. Při příliš velkém úhlu sklonu břitu hrozí odsun stříhaného materiálu ze záběru stříhu, což při jednostranně skloněném břitu nože způsobuje úchytky od pravoúhlosti stříhu.

## Řez

K řezu dochází silovým působením klínového nože proti řezanému materiálu. Nůž vniká do vrchních vrstev. K odporu, který klade materiál břitu nože, přistupuje stranový odpor vyvolaný klínovým tvarem nože. Ten je různý podle úhlu břitu nože (je tím větší, čím větší je úhel břitu) a podle vlastností řezaného materiálu. Při postupném vnikání nože do řezaného materiálu vzrůstá. Čelo nože vytlačuje a odsunuje vlákna řezaného materiálu. Stranově působící složka řezné síly, překonávající stranový odpor, se rozkládá a přenáší do okolních oblastí vláknité struktury řezaného materiálu a namáhá dosud neproříznutou část pásu v tahu. Jestliže tato síla, která při dalším vnikání nože do materiálu vzrůstá, překoná pevnost zbývajících vrstev v tahu, přetrhává je. Tím se v lince řezu části pásu oddělí.

Jde tedy o zcela jiný postup, než při stříhu. Při

řezu není směrodatná pevnost materiálu ve stříhu  $\tau_a$ , ale měrná řezná síla ( $F_{sm}$ ), což je síla potřebná k řezání daného druhu materiálu v určité délce řezu.



**Obrázek 5-11:** Působení sil při vnikání nože do řezaného materiálu

Zdroj: Vlastní

Měrná řezná síla se vypočítá ze vztahu:

$$F_{sm} = \frac{F_r}{l} \quad (N \cdot cm^{-1})$$

kde  $F_{sm}$  je měrná řezná síla ( $N \cdot cm^{-1}$ ),  $F_r$  je řezná síla ( $N$ ),  $l$  je délka řezu ( $cm$ ).

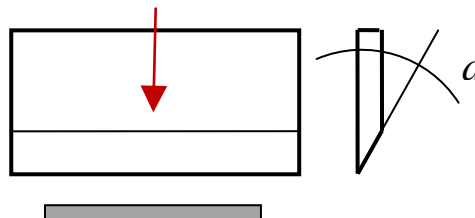
Řezná síla a měrná řezná síla jsou v průběhu řezacího procesu proměnlivé veličiny. Působí zde ještě další faktory, které přímo ovlivňují řeznou sílu. Jsou to především úhel břitu nože, stav ostří nože, tloušťka řezaného materiálu, šířka odřezu a způsob, jakým stroj řez vykonává (úhel řezu).

Řezná síla, která s rostoucím stranovým odporem postupně vzrůstá, v okamžiku přetržení posledních vrstev řezaného materiálu prudce klesne.

### Současné řešení sekacího modulu

Současné zařízení je z pohledu technologie nepřesně označované jako sekací, principem však jde o řezání. Způsob pohybu nože proti pásu řezaného materiálu je tzv. paralelní řez kolmý. Při něm je břit nože během řezu rovnoběžný s materiálem. Nůž dosedá na řezaný pás v celé jeho šíři najednou.

Směr pohybu nože proti materiálu je kolmý.



V případě kolmého paralelního řezu (Obrázek 5-12) je úhel řezu shodný s úhlem břitu nože  $\alpha$ .

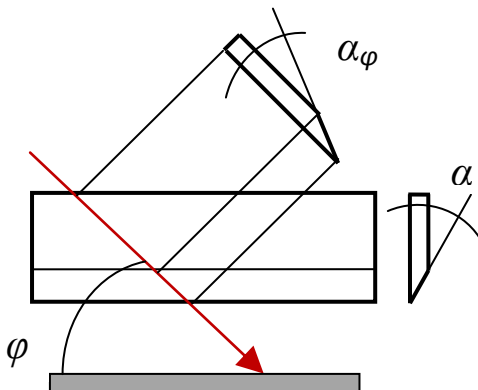
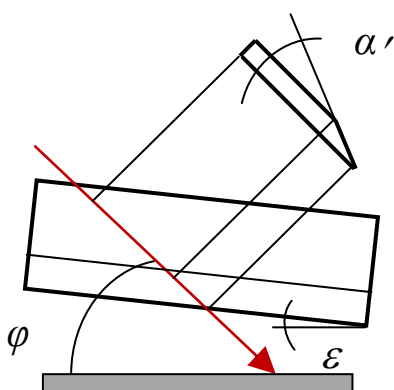
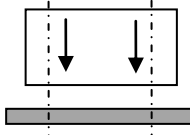
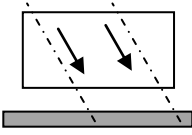
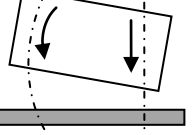
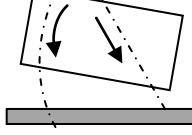
**Obrázek 5-12:** Znázornění kolmého řezu

Zdroj: Vlastní

### Varianta 1 – řez plochým nožem

Existují v zásadě dva způsoby pohybu plochého nože proti řezanému materiálu – paralelní řez a kývavý řez. U obou z těchto způsobů lze směr pohybu nože vést kolmo, nebo ve směru skloněném k řezanému povrchu pod úhlem  $\varphi$  (Tabulka 5-5). Při kývavém řezu je břit nože ve výchozí poloze skloněn pod úhlem  $\varepsilon$ . Tento úhel se během řezu zmenšuje a koncem řezu klesá na nulu. V tom okamžiku je ostří nože rovnoběžné s řezací podložkou.

**Tabulka 5-5:** Schematické znázornění řezu plochým nožem

ŘEZ PLOCHÝM NOŽEM			
PARALELNÍ ŘEZ		KÝVAVÝ ŘEZ	
			
$\alpha$ - ÚHEL BŘITU $\varphi$ - ÚHEL VNIKÁNÍ NOŽE DO MATERIÁLU $\alpha_\varphi$ - FIKTIVNÍ ÚHEL ŘEZU		$\alpha'$ - ÚHEL BŘITU $\varphi$ - ÚHEL VNIKÁNÍ NOŽE DO MATERIÁLU $\varepsilon$ - ÚHEL SKLONU NOŽE VE VÝCHOZÍ POLOZE	
ZPŮSOB POHYBU NOŽE PROTI ŘEZANÉMU ATERIÁLU			
PARALELNÍ KOLMÝ	PARALELNÍ ŠIKMÝ	KÝVAVÝ KOLMÝ	KÝVAVÝ ŠIKMÝ
			
VELIKOST POTŘEBNÝCH ŘEZNÝCH SIL			
$(1 \div 3,5) \cdot X$	$(1,2 \div 2,1) \cdot X$	$(1,1 \div 2,5) \cdot X$	$X$

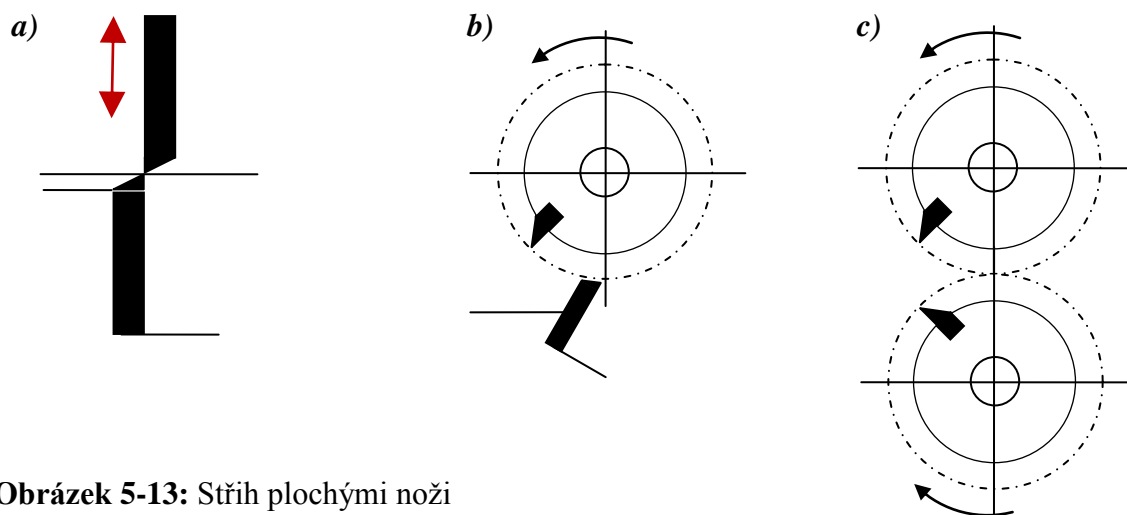
Zdroj: Vlastní

V příloze 4 jsou uvedeny doporučené hodnoty úhlu břitu nože  $\alpha$  pro řezání materiálů používaných pro komponenty k našívání na autopotahy.

### Varianta 2 – stříh plochými noži

Při stříhu se působením břitů plochých nožů proti sobě posunují dva sousední průřezy stříhaného materiálu. Nože přesunují své břity pohybem souběžným (Obrázek 5-13a), nebo horní nůž rotuje proti spodnímu nepohyblivému (Obrázek 5-13b), nebo oba nože rotují proti sobě (Obrázek 5-13c).





**Obrázek 5-13:** Střih plochými noži

Zdroj: Vlastní

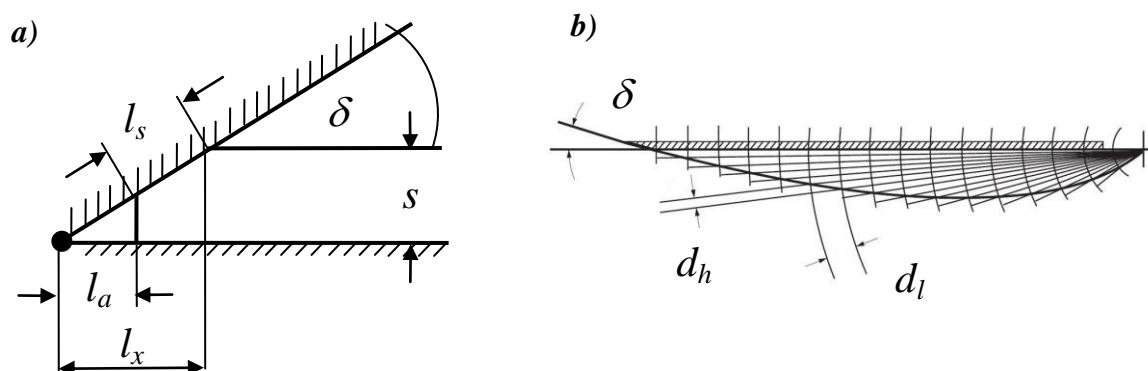
### Varianta 3 – střih pákovým nožem

Při střihu rovným pákovým nožem (Obrázek 5-14a) proti spodnímu nepohyblivému noži se mění úhel sklonu nože  $\delta$  ve vzdálenosti od otočného bodu podle vztahu:

$$\tan \delta = \frac{s}{l_x}$$

Mění se také akční úsek břitu nože  $l_x$  a délka okamžitého střihu  $l_s$ :

$$l_s = \sqrt{l_x^2 + s^2} - \frac{l_a}{\cos \delta}$$



**Obrázek 5-14:** Střih pákovým nožem

Zdroj: Vlastní

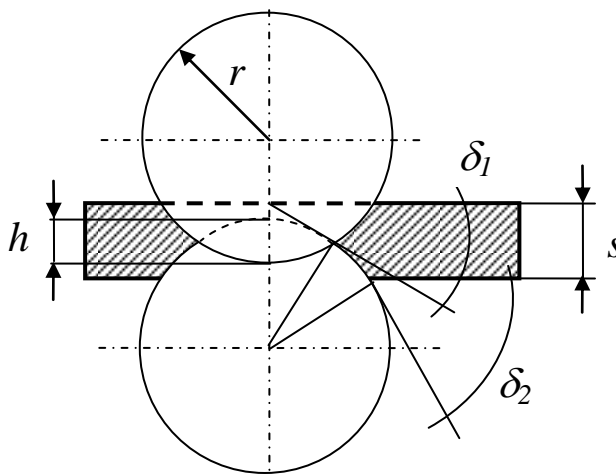
Při započetí stříhu je úhel sklonu nože nebo také úhel záběru stříhu velký. Při pohybu nože směrem dolů se úhel záběru zmenšuje. Tím se mění podmínky při stříhu, což působí nepříznivě na jeho průběh.

Tyto nepříznivé jevy lze odstranit použitím obloukového pákového nože (Obrázek 5-14b). Nůž je konstruován tak, že křivka jeho břitu svírá se spodním nožem v každé pozici sklonu stejný úhel záběru stříhu  $\delta$ .

#### Varianta 4 – stříh kruhovými noži

Kruhové nože stříhají obdobným způsobem jako šikmo skloněné ploché nože. Rotačním pohybem nožů se řezaný materiál stříhá a současně posunuje dopředu ve směru otáčení nožů. Síla tření mezi noži a řezaným materiálem musí být větší, než je odpor, který působí proti směru pohybu.

V sestavě horního a spodního kruhového nože se úhel záběru stříhu uplatňuje dvakrát ( $2\delta$ ) a není během stříhu ve vztahu ke střížné ploše konstantní, nýbrž se pohybuje mezi  $\delta_1$  a  $\delta_2$ .



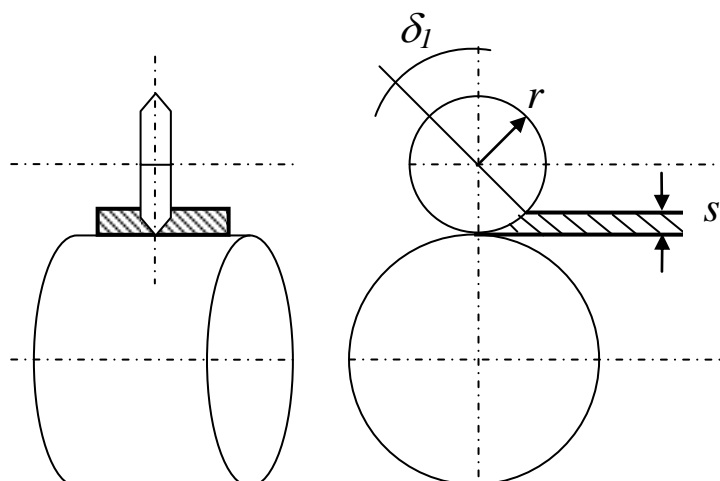
**Obrázek 5-15:** Stříh kruhovými noži

Zdroj: [www.odbornaskola.cz](http://www.odbornaskola.cz) – kapitola3

#### Varianta 5 – řez kruhovým nožem

Při řezu kruhovým nožem řeže diskový nůž proti rotujícímu válci (Obrázek 5-16). Hnaný spodní válec posunuje řezaný materiál. Pohon kruhového nože obstarává tření mezi pohybujícím se materiálem a nožem. Mezi průměrem nožů a tloušťkou řezaného materiálu platí stejné vztahy jako při stříhu kruhovými noži.

Rozdílná tvrdost ocelí, z nichž je vyroben diskový nůž a protitlakový válec, umožňuje vyvodit potřebný vzájemný tlak, aniž se ostří značněji otupuje.

**Obrázek 5-16:** Řez kruhovým nožemZdroj: [www.odbornaskola.cz](http://www.odbornaskola.cz) – kapitola3

Pružný přítlak nože proti válcové podložce lze zajistit buď pružinou v držáku nože, nebo pneumatickým systémem (při speciální úpravě držáku nože).

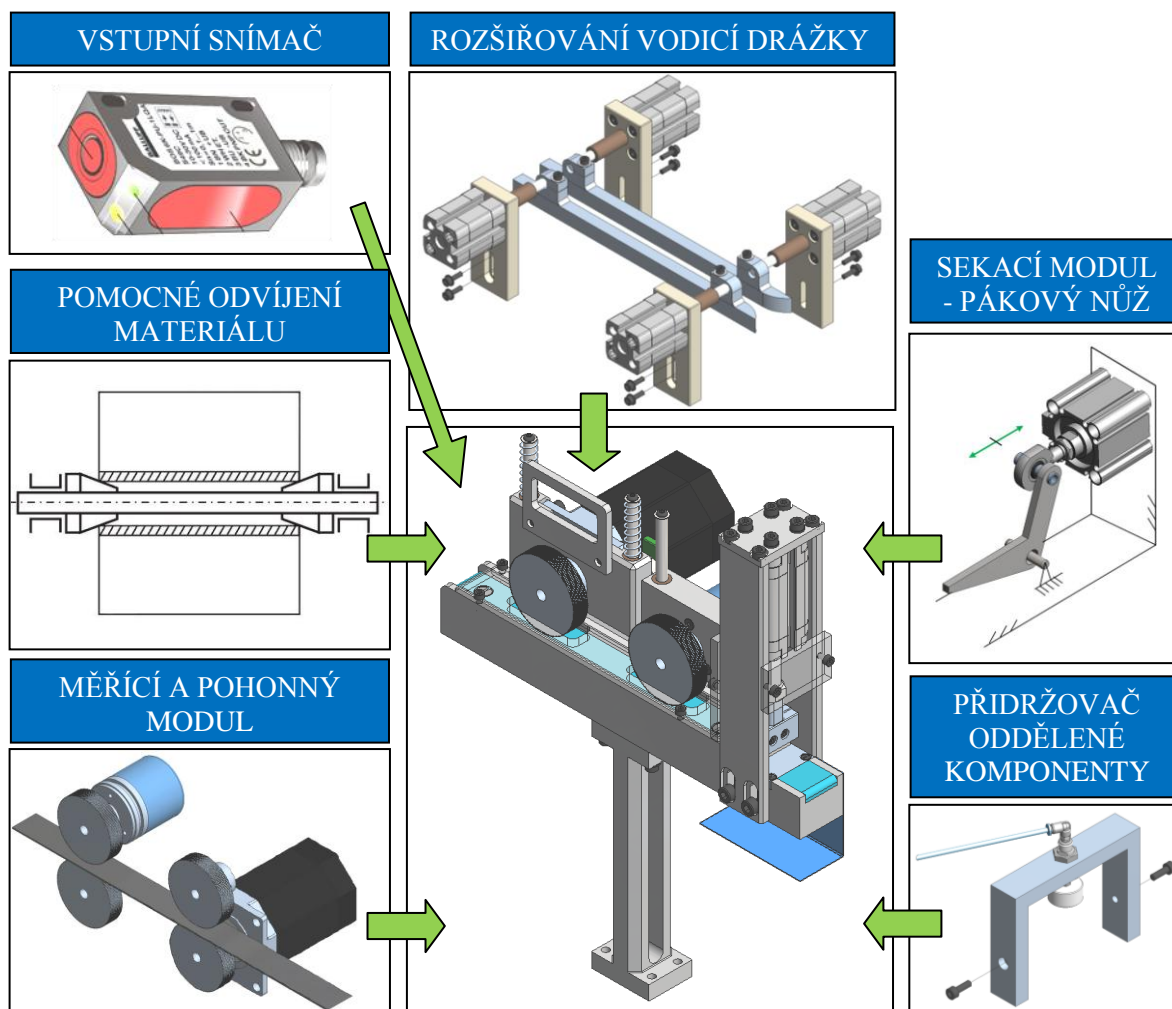
### 5.3.4 Výběr vhodného řešení sekacího modulu

Po konzultaci s vedoucím technickým pracovníkem JC CL a po přihlédnutí ke zkušenostem s dělením příslušných pásových materiálů byl zvolen střih pákovým nožem. Pro stříhání pásů o maximální šířce 25 mm nebude nutné použití nože se stejným úhlem záběru stříhu, jehož výroba by byla finančně i časově náročná. Horizontálně působící složce střížné síly, která se snaží vytlačit stříhaný materiál ze záběru, bude částečně zabráněno vedením stříhaného pásu ve vodicích lyžínách.

## 5.4 Shrnutí vítězných variant

Pro splnění všech požadavků vyjádřených zákazníkem bylo nutné vytvořit návrhy variant pro řešení čtyř nově přidaných funkcí. Konkrétně se jednalo o pomocné odvíjení kotouče s pásovým materiálem. Druhou oblastí bylo snímání přítomnosti materiálu na vstupu do stroje. Třetí přidanou funkcí mělo být rozšiřování vodicí drážky s ohledem na šíři zpracovávaného materiálu a poslední novou funkcí bylo přidržení oddělené komponenty ve

stroji do okamžiku odebrání obsluhou. Optimalizací prošli i stávající moduly sekacího zařízení. Všechny vybrané varianty jsou shrnuty na obrázku 5-17.



**Obrázek 5-17:** Shrnutí vybraných variant

Zdroj: Vlastní

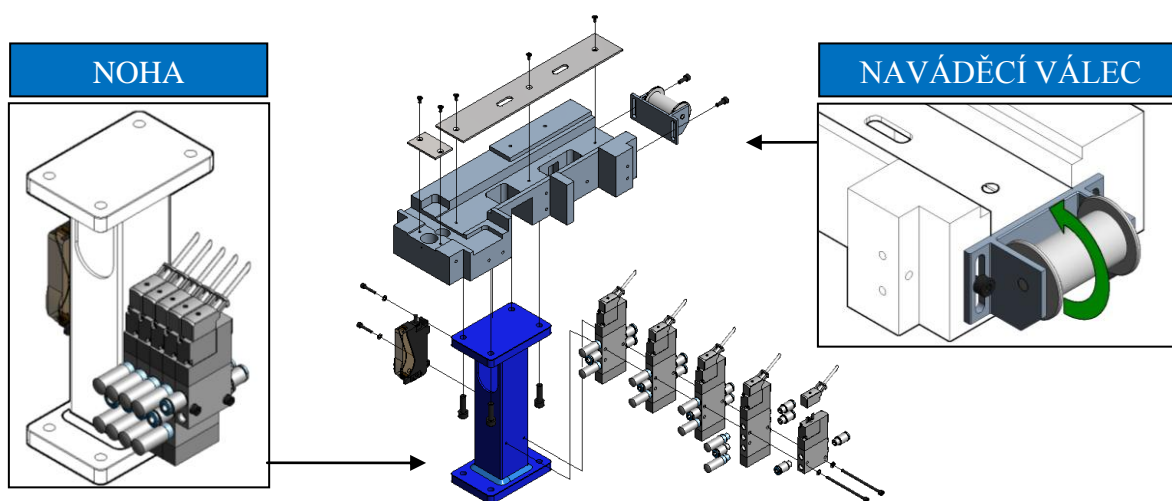
## 6 Konstrukční řešení vybraných variant

Dalším krokem bylo vytvoření funkčního 3D modelu, ve kterém budou spojeny všechny vítězné varianty z kapitoly 5. Pro tento úkol bylo využito studentské verze modeláře Autodesk Inventor Professional 2011. Rozpady sestav pro účely obrázkové dokumentace byly vytvářeny v programu Autodesk Inventor Publisher 2011. Oba tyto softwary poskytuje společnost Autodesk ke studijním účelům bezplatně. Konstrukční řešení jednotlivých modulů je popisováno v pořadí, ve kterém jimi prochází zpracováváný pás materiálu. Pomocné odvíjení materiálu je uvedeno v závěru tohoto oddílu.

### 6.1 Technické řešení inovovaných částí

#### 6.1.1 Vodící modul

Koncepce vodícího modulu zůstala zachována. Tělo je zhotoveno ze slitiny hliníku a slouží jako rám stroje, na kterém jsou upevněny všechny zbylé moduly. Noha je svařena z čtvercového profilu, uvnitř kterého jsou vedeny hadice pro přívod tlakového vzduchu k pneumatickým pohonům. Zároveň jsou k noze připevněny monostabilní 3/2 elektromagnetické ventily v počtu pěti kusů. Jedná se o typ CPE10-M1BH-3GL-M7 od firmy FESTO, který je napájen řídicím tlakem vnitřně a v klidu je uzavřen.

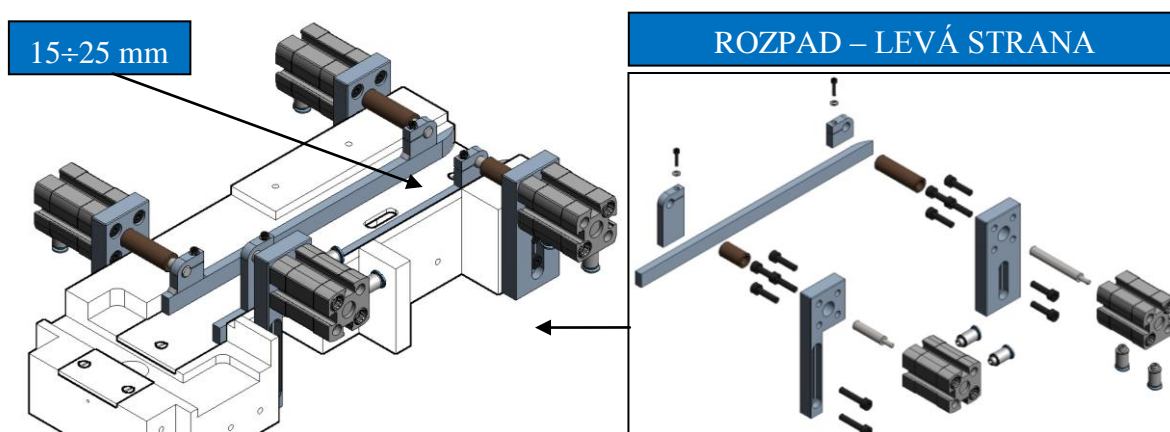


**Obrázek 6-1:** Inovovaný vodící modul  
Zdroj: Vlastní

Noha též slouží pro upevnění spínací jednotky, která je použita pro systém přidržení oddělené komponenty. Spodní část vodící drážky je vyvločkována pro snížení koeficientu tření mezi pásem a vodící drážkou.

### 6.1.2 Rozšiřování vodící drážky

Rozhodovací analýzou v oddílu 5.2.2. bylo určeno použití varianty využívající čtyř kompaktních dvojčinných pneumatických pohonů ADN-12-5-I-P-A od firmy FESTO. Pístnice jsou pomocí nástavců vyloženy o potřebné délky k přenesení zdvihu 5 mm na vymezovací lyžiny. Tyto nástavce využívají kluzných vedení, jež jsou nalisovány do upevňovacích desek. Pneumatické pohony jsou k deskám upevněny přímo přírubou za přední víko pomocí čtyř šroubů ISO 4762 M4x16. Vymezovací lyžiny mají navařeny v horní části oka, pomocí nichž jsou upevněny k pístnicím pneuválců.



**Obrázek 6-2:** Konstrukční řešení rozšiřování vodící drážky

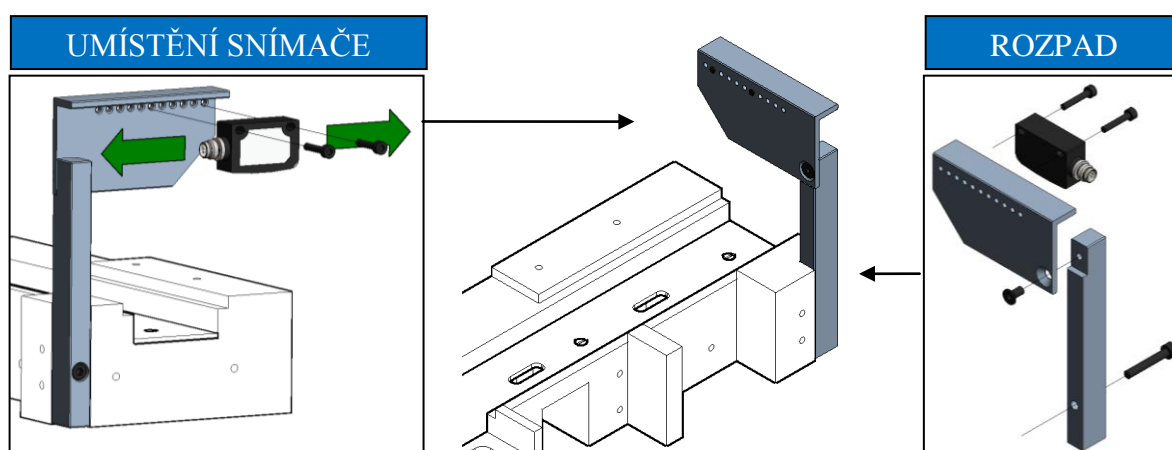
Zdroj: Vlastní

Pro připojení hadic na stlačený vzduch s tolerovaným vnějším průměrem 4 mm je použito šroubení s nástrčnou koncovkou QSM-B-M5-4-20 od firmy FESTO.

Pro umístění válce v prostoru pohonného modulu je s výhodou využito dvou upevňovacích šroubů tohoto modulu. Všechny upevňovací desky lze výškově nastavit tak aby byl zajištěn volný pohyb vymezovacích lyžin ve vodící drážce. Šíře vodící drážky je nastavitelná v rozsahu od 15 do 25 mm.

### 6.1.3 Detekce materiálu na vstupu do sekacího zařízení

V oddílu 5.2.7. byl vybrán nejvhodnější snímač pro detekci materiálu ve vstupním prostoru sekacího zařízení. Jedná se o model BOS 6K-PU-1OC-S75-C od firmy Balluff se snímací vzdáleností/dosahem v rozsahu 20 až 300 mm. S ohledem na manipulační prostor pro zavádění pásu do stroje volím umístění senzoru ve vzdálenosti 100 mm nad povrchem vodící drážky. Předvrtané otvory v horní části držáku umožňují umístit snímač přesně nad střed vodící drážky. Spolehlivou detekci pásu obstarává červené světlo vysílané pomocí LED v kombinaci s potlačeným pozadím. Nastavení snímače je uživatelsky příjemné pomocí Teach-in tlačítka. Pro připojení snímače je využito konektoru M8 se čtyřmi piny.



**Obrázek 6-3:** Modul detekce materiálu na vstupu do sekacího zařízení

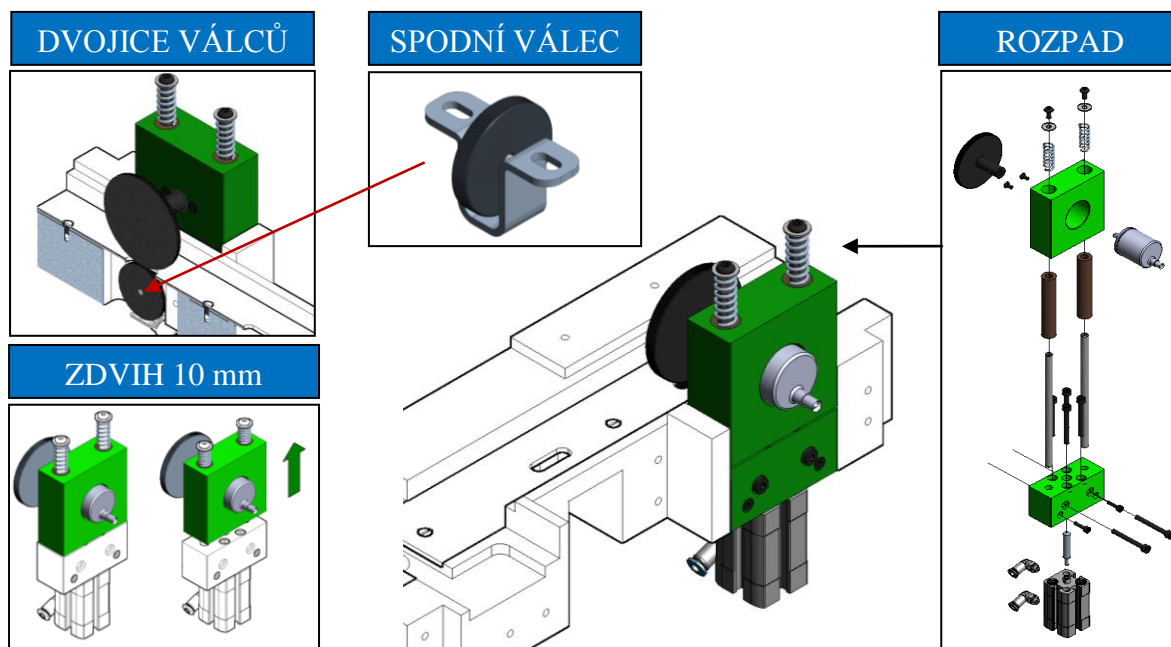
Zdroj: Vlastní

### 6.1.4 Měřicí modul

Pro odměřování zpracovávaného pásu byl zvolen miniaturní inkrementální rotační encoder E6A2-C od firmy Omron, který vyniká malým pouzdem o průměru 25 mm při zachování stejné přesnosti (500 P/R = pulse/rotation). Při obvodu měřícího válce encoderu 157 mm je tedy rozlišovací schopnost 0,314 mm.

Modul byl dále doplněn o pneumatický pohon ADN-12-10-I-P-A, který přesouvá encoder do horní úvratě před zaváděním nového pásu do stroje. Pro připojení hadic se stlačeným vzduchem je použito šroubení s nástrčnou koncovkou QSM-B-M5-4-20 od firmy FESTO.

Hlavní inovace však spočívá v přeměně smykového tření na valivý odpor v důsledku přidání spodního válce zabudovaného do vodící drážky. Podrobněji je tato inovace popsána v oddílu 5.3.2.



**Obrázek 6-4:** Inovovaný měřicí modul

Zdroj: Vlastní

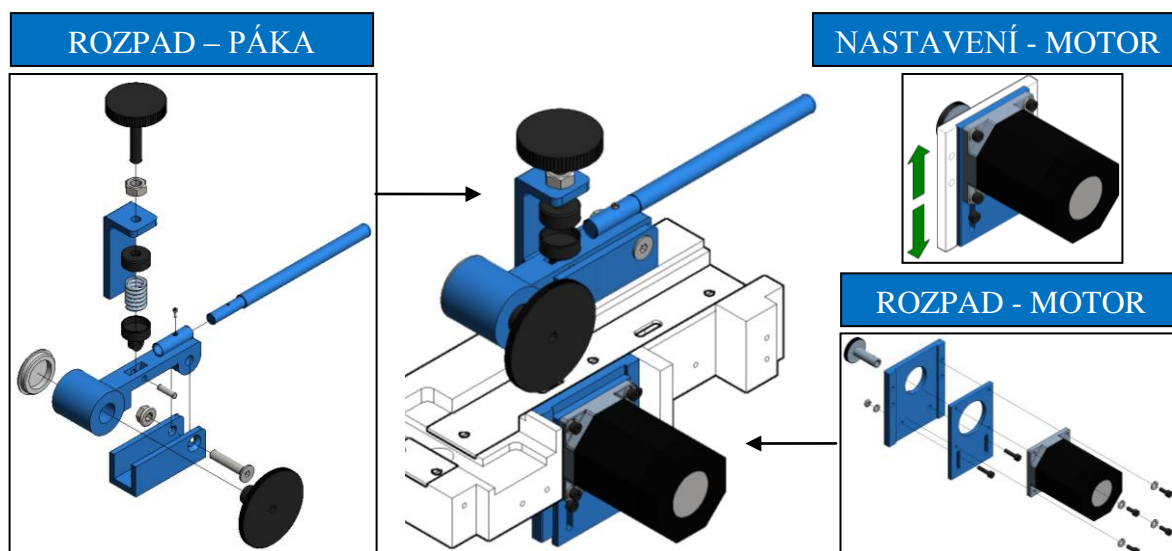
### 6.1.5 Pohonný modul

Elektromotor je přemístěn do spodní části vodící drážky, čímž odpadá jeho namáhavá manipulace při zavádění pásu do sekacího zařízení. K tělu sekacího zařízení je připevněn pomocí příruby, která umožňuje přesné výškové nastavení pohonného válce elektromotoru do roviny vodící drážky.

Pro pohon je využito elektromotoru ze stávajícího zařízení. Jedná se o model VDE 0530-S1 od firmy Pacific Scientific.

K vyvození přitlačné síly je použita páka. Velikost přitlačné síly lze nastavovat zvyšováním či snižováním předpětí tlačné pružiny. K tomuto účelu slouží ovládací kolo v horní části páky. Stlačením páky lze snadno zdvihnout přitlačné kolo, čímž vznikne dostatečný prostor pro zavedení pásu.




**Obrázek 6-5:** Inovovaný pohonný modul

Zdroj: Vlastní

### 6.1.6 Sekací modul

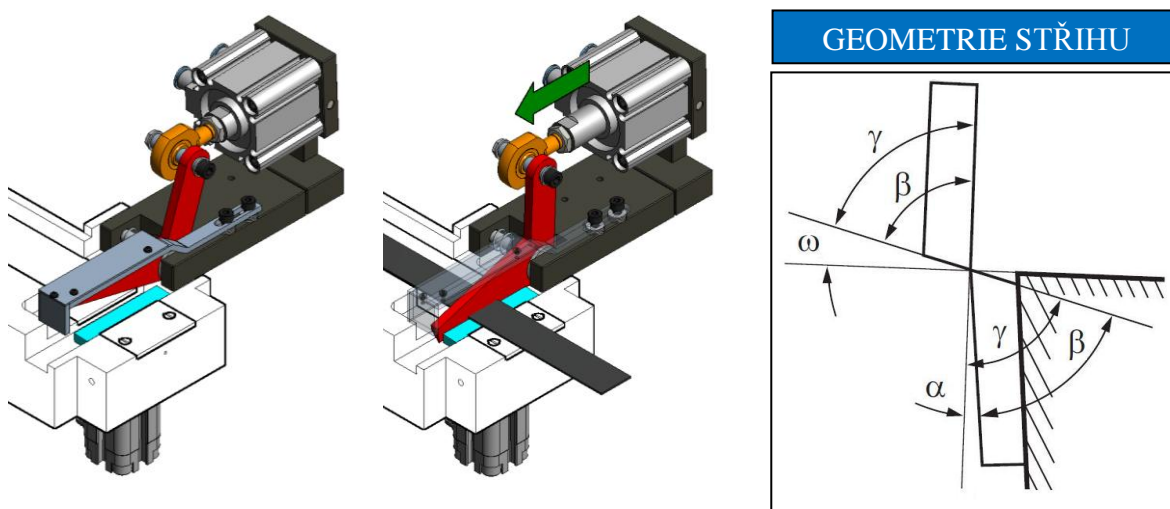
Řezný proces a jeho kvalita závisí především na kvalitě ostří řezného nástroje. Budou-li upřednostňovány hlavní požadavky zákazníka, tj. maximální ostrost a maximální životnost, bude se v technické rovině pracovat zejména s tvrdostí a geometrií ostří nože. Nelze ovšem opomenout ani hrubost povrchu. Pro základní představu a při akceptování nezbytné míry zjednodušení a zobecnění lze vyjádřit význam jednotlivých technických parametrů pro ostrost a životnost ostří následovně: Na ostrost má největší vliv geometrie ostří 70 %, tvrdost 20 % a hrubost povrchu zaujme 10 %. Pro parametr životnosti má největší vliv tvrdost 60 %, dále pak geometrie ostří 30 % a hrubost povrchu 10 %.

Ostrost a životnost představují do určité míry protichůdné požadavky a každé řešení je hledáním optimálních hodnot pro konkrétní aplikaci nebo pro běžný způsob použití nástroje.

Tvrdost nástroje je prakticky závislá na tepelném zpracování materiálu – kalení a popouštění -, při kterém zejména obsah uhlíku určuje, jak vysokých hodnot lze dosáhnout,

aniž by se za ně zaplatilo příliš vysokou křehkostí. V praxi nebývá u uhlíkových ocelí problém dosáhnout optimálních hodnot.

Volba geometrie ostří neznamená pouze určit hodnotu jednotlivých úhlů ve stupních, ale v první řadě je třeba zvolit typ ostří – jednoduché, nebo složené. Pro aplikaci na sekacím zařízení bylo zvoleno jednoduché ostří s úhlem hřbetu nože  $\alpha = 2^\circ$ , úhlem břitu nože  $\beta = 75^\circ$  a úhlem sklonu nože při započetí stříhu  $\delta = 13^\circ$ . Úhel čela nože je  $\omega = 15^\circ$

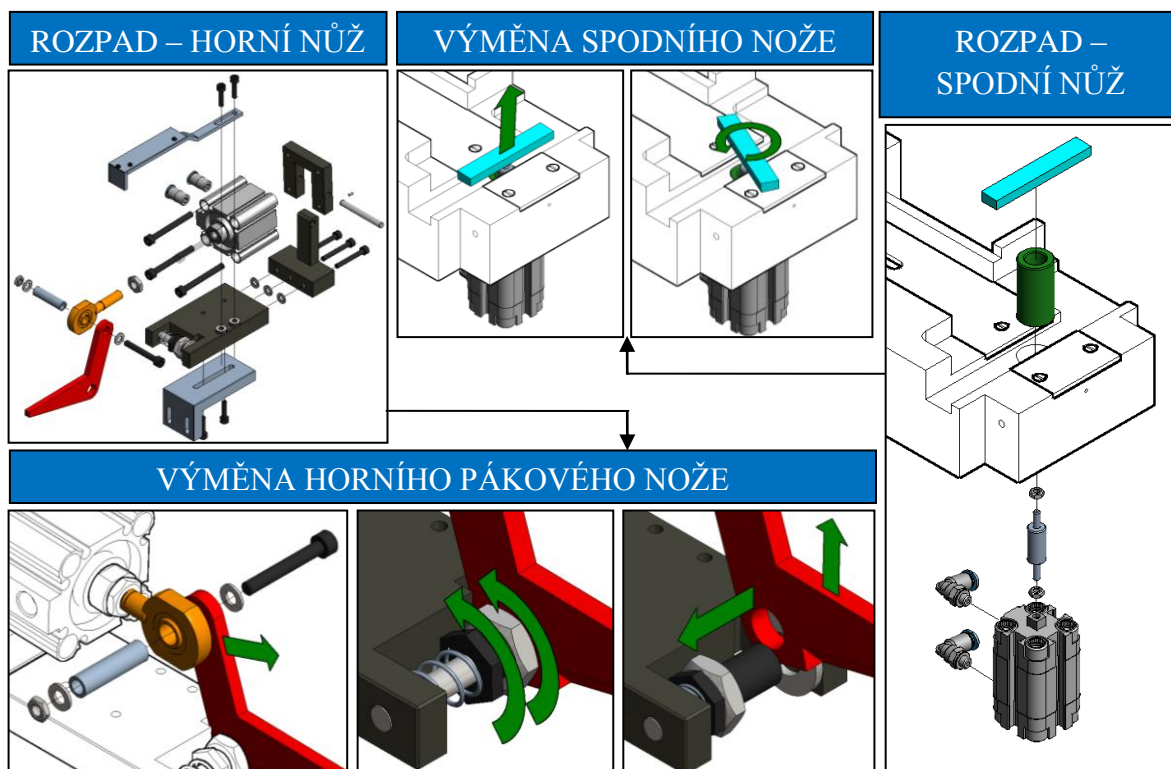


**Obrázek 6-6:** Znárodnění funkce inovovaného sekacího modulu  
Zdroj: Vlastní

Pro pohon pákového nože bylo použito kompaktního dvojčinného pneumatického válce CQ2B32TF-20DZ z nabídky firmy SMC. Tolerance zdvihu válce má hodnotu  $+1,0, -0$  mm. Teoretická síla válce při vysouvání je 563N (při 0,7MPa), což plně postačuje k dělení daných pásových materiálů. Na pístnici je připevněna kloubová hlavice SA8Cs kluzným uložením a vnějším závitem od firmy SKF.

Spodní nůž je doplněn o pneumatický pohon ADN-12-10-I-P-A od firmy FESTO, který slouží k zvednutí nože před jeho vyjmutím. Nachází-li se pístnice pneuválce v horní úvratí, lze spodní nůž pohodlně vyšroubovat. Proti nežádoucímu pootáčení během provozu stroje je nůž na pístnici zajištěn kontramaticí. Postup výměny nožů je znázorněn na obrázku 6-7.

Aby byly omezeny ztráty způsobené přerušením výroby pro výměnu nástroje, bylo využito principu SMED.



**Obrázek 6-7:** Znázornění postupu při výměně nožů

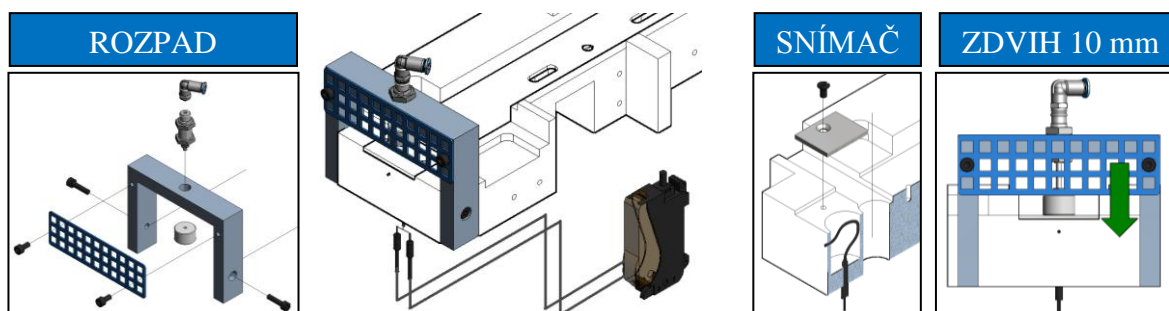
Zdroj: Vlastní

### 6.1.7 Přidržovač oddělené komponenty

Jako neoptimálnější způsob přidržení oddělené komponenty na výstupu ze sekacího zařízení byla v oddílu 5.2.4 zvolena varianta využívající vestavný válec EGZ-6-10 od firmy FESTO. Pro jeho montáž je využita hrazda umístěná nad výstupním koncem vodící drážky. Vratný pohyb válce zajišťuje pružina o síle 2,1 N. Pro kontakt s pásem je na pístnici namontován přidržovací nástavec z lehkého plastu, aby byla dodržena podmínka maximálního použitelného zatížení na píst 0,1N.

Pro detekci přítomnosti ruky obsluhy bylo namísto zástavby optoelektronického snímače zvoleno použití vláknové optiky. Aplikace nemá zvláštní požadavky na robustnost, teplotu okolí nebo chemickou odolnost, proto lze využít plastová vláknová optika. Konkrétně byl zvolen model BFO-D10-XA-GB-EAK-10-02 od firmy Balluff se snímací vzdáleností 20 mm. Jedná se o difusní vláknovou optiku s ohýbatelnou optickou hlavou M3 a přímým světelným výstupem. Difusní modely mají vysílací a přijímací optické vlákno spojené do

jednoho společného konce. Tato skutečnost byla výhodou při montáži do stísněného prostoru pod podložnou lištu. Je také nutné dodržet předepsané parametry poloměru ohybu vlákna  $\geq 15$  mm a poloměru ohybu hlavy  $\geq 10$  mm. Optická vlákna je možné zkracovat na požadovanou délku.



**Obrázek 6-8:** Systém přidržování oddělené komponenty

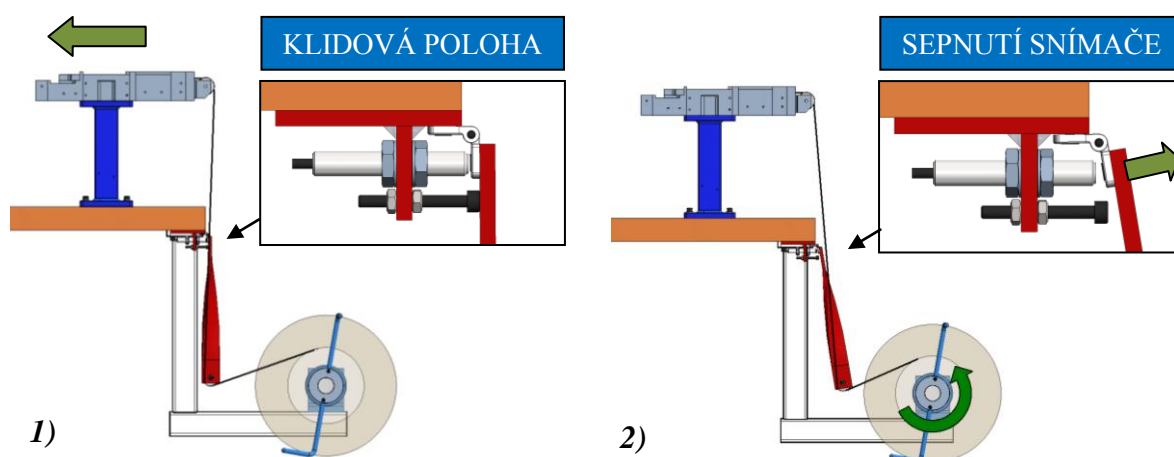
Zdroj: Vlastní

Pro tuto vláknovou optiku byla zvolena spínací jednotka BOS 74K-UU-1FR-B0-Z-02 takéž od firmy Balluff, jenž disponuje velkými možnostmi nastavení (časové funkce, spínací hystereze).

Pro připojení hadice na stlačený vzduch s tolerovaným vnějším průměrem 4 mm je použito šroubení L s nástrčnou koncovkou otočné o 360° - vnější závit s vnějším šestihranem, typové označení QSML-B-M3-4-20 (č. dílu 130899).

### 6.1.8 Pomocné odvíjení materiálu

Odvíjení probíhá při konstantní rychlosti pásu. Centrální pohon by tedy měl měnit počet otáček odvíjení v závislosti na měnícím se poloměru odvíjeného kotouče. Takové pohonné jednotky jsou však nákladné. Aby bylo možné použít centrálního pohonu s konstantními otáčkami, byl pás protažen výklopnou rolnou, na které je umístěn snímač BOS 08M-PS-RE10-03 od firmy Balluff. Funkce rolly je dobře patrná z obrázku 6-9. Během odvíjení pásu dojde k vyklopení rolly, která je upevněna otočným pantem ke spodní straně pracovní desky stolu. Po vyklopení sepne snímač, který vydá signál elektromotoru (VDE0530-S1 od firmy Pacific Scientific) ke spuštění. Po návratu rolly do výchozí pozice

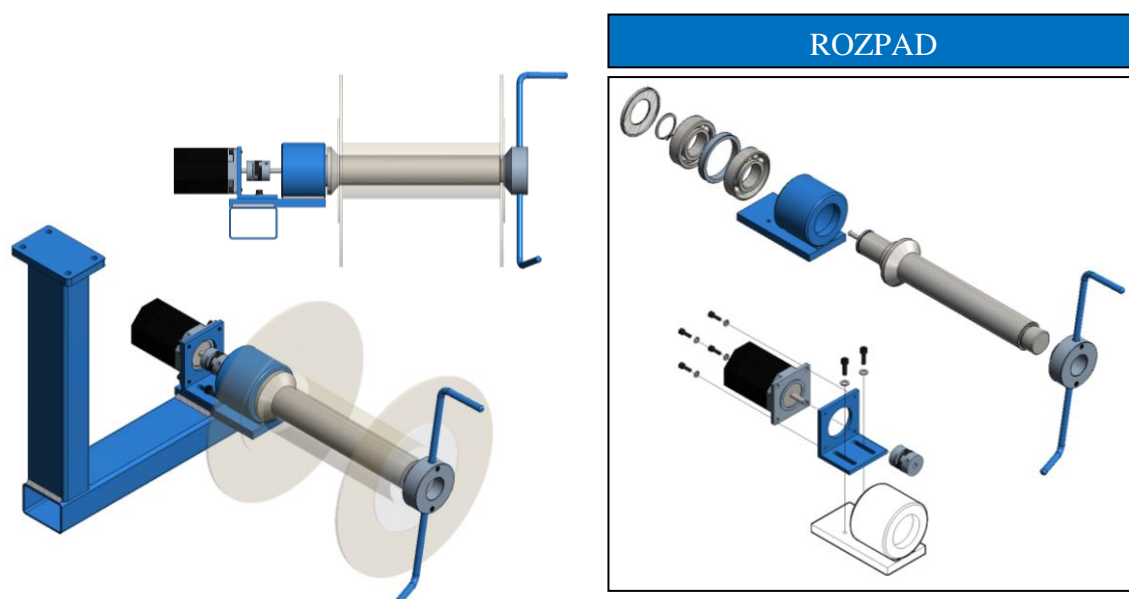


**Obrázek 6-9:** Znázornění funkce systému pomocného odvíjení materiálu

Zdroj: Vlastní

je elektromotor opět zastaven. Tímto postupem je eliminováno tahové napětí v odvíjeném pásu. Zejména u pružných materiálů je významně zvýšena přesnost odměření.

K přenosu krouticího momentu a vyrovnávání axiálního posunutí, radiální a úhlové nesouososti slouží třídlná spojka Oldham, typ ME44-OS25B-6-OS25A-6-25D od firmy T.E.A. TECHNIK s.r.o. Pro rychlou výměnu kotouče je opět využito principu SMED, čímž došlo k omezení ztrát vlivem zastavení stroje pro doplnění materiálu. Obsluha pouze uvolní matici s komolým kuželem, vymění kotouč a opět matici dotáhne.



**Obrázek 6-10:** Odvíjecí stojan

Zdroj: Vlastní

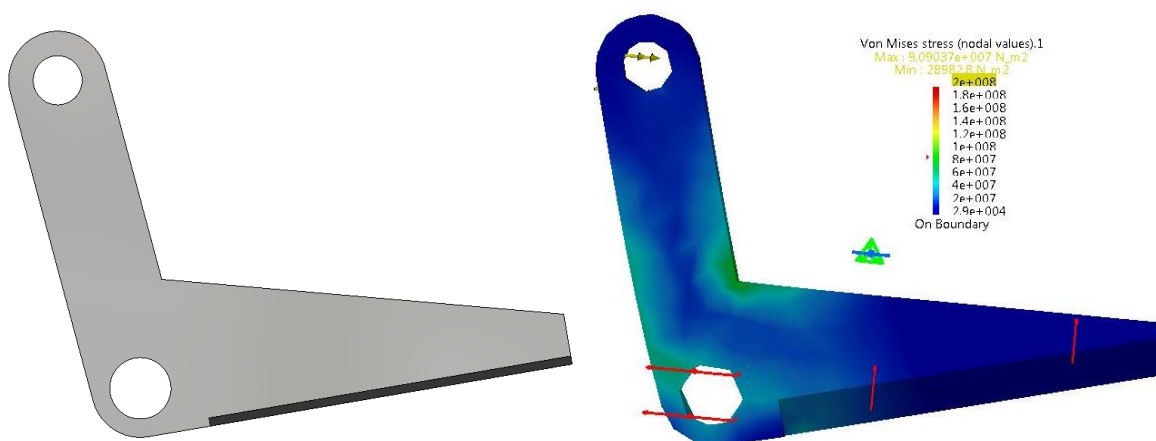
## 6.2 Analýza MKP

Pro pevnostní analýzu metodou konečných prvků byl zvolen modul Generative Structural Analysis v CATII V5R19.

### 6.2.1 Kontrola horního pákového nože

Z knihovny materiálů byl zvolen materiál „steel“ s parametry: mez kluzu  $R_e = 200$  MPa (u reálné uhlíkové konstrukční oceli lze očekávat hodnoty dvojnásobně vyšší) a dovolené napětí  $\sigma_D = 100$  MPa (při součiniteli bezpečnosti s hodnotou  $k = 2$ ). Simulované zatížení vycházelo z teoretické síly válce SMC při vysouvání, která má hodnotu 563N. Kontrolována byla situace, která by mohla nastat v případě, že by nůž dosedl svým ostřím na neočekávanou dorazovou plochu a síla válce by nadále působila. Vazby na noži byly zvoleny tak, aby co nejlépe odpovídaly vazbám na reálném dílu.

Maximální naměřená hodnota napětí (Obrázek 6-11 vpravo) byla  $\sigma_T = 90,9$  MPa. Díl je tedy pevnostně v pořádku. Při zohlednění vyšší hodnoty meze kluzu u reálné uhlíkové konstrukční oceli je možné říci, že u nože nedojde k trvalým deformacím nebo dokonce k destrukci.



**Obrázek 6-10:** Horní pákový nůž a využití MKP

Zdroj: Vlastní



## 6.3 FMEA

*FMEA je v anglické terminologii zkratkou pro metodu Failure Mode and Effects Analysis*

*FMEA je systematicky uspořádaným racionálním prostředkem, který umožňuje ještě před realizací provést systematický rozbor slabých míst (systému, konstrukce nebo procesu) a tím se včas vyvarovat neočekávaných potíží při realizaci. Zásadou FMEA je, že je lépe zabránit vzniku vad včas, než je následně odhalovat a odstraňovat, resp. hradit náklady následků vad. Nejekonomičtější forma redukce nákladů je prevence.[2]*

Rozlišují se tři druhy FMEA:

- Konstrukční FMEA, tedy K-FMEA
- Procesní FMEA, tedy P-FMEA
- Systémová FMEA výrobku a procesu, tedy S-FMEA

Pro účely této diplomové práce byla zpracována konstrukční FMEA. Stejně jako v případě rozhodovací analýzy či QFD byla FMEA zpracována pouze autorem této práce. V reálných podmínkách by nad tímto úkolem měl zasednout multi-oborový tým.

Kompletní formulář s FMEA včetně použitého vztahu pro výpočet hodnoty rizikového čísla je zobrazen v příloze 5. Mez rizikového čísla pro přijetí opravných opatření byla stanovena na hodnotě 125 bodů.

FMEA - ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH DŮSLEDKŮ															
		Projekt				Zákazník				Číslo				Listů/Viz	
		Zařízení na sekání komponent určených k nařizání na autopotahy				Johnson Controls - Česká Lípa				XXX				2/1	
		Předmět FMEA		Zpracovatel		Datum konání FMEA		FMEA-Typ		Navazuje					
		Inovované a nové konstrukční uzly		Socha A.		17.4.2013		konstrukční		NE - prvotní					
FMEA-Tým															
Adam Socha															
Funkce	Projev možné vady	Možný důsledek	Příčina	Doporučená opatření	Vznik	Význam	Odhalení	Možné riziko	Odpovědnost	Přijatá opatření	Vznik	Význam	Odhalení	Možné riziko	Termín provedení opatření
ANALÝZA			Nedostatečná síla sevření, nastavení pružiny	Změnit povrch obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	7	9	4	252	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
PLÁNOVÁNÍ			Změnit povrch obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Změnit povrch obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	7	9	4	252	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
ZKOUŠKA			Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	4	8	2	64	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
PROVEDENÍ			Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	4	8	2	64	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
APLIKACE			Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	4	8	2	64	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
1.2 Mechanické poškození pásu při průchodu tažnými válci															
Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků		Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	4	8	2	64	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
1.2.1 Mechanické poškození pásu při průchodu tažnými válci															
Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků		Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	Po obvodu tažných válců, nastavitelná pružina	4	8	2	64	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013

**Obrázek 6-11:** Ukázka protokolu

Zdroj: Vlastní

## 7 Srovnání stávajícího a inovovaného zařízení

### 7.1 Zhodnocení z hlediska obsluhy sekacího zařízení

Pro obsluhující pracovníky přináší inovované sekací zařízení zlepšení hned v několika oblastech.

Prvním přínosem je snížení fyzické námahy při zavádění pásu do zařízení. V současné době je nutné tahem za madlo zdvihnout těžký elektromotor spolu s encoderem. U inovovaného zařízení stačí stlačit přítlačnou páku.

Druhou výhodou inovovaného zařízení směrem k obsluze je přidání funkce přidržení oddělené komponenty na výstupu až do okamžiku jejího odebrání. Pracovník tudíž nemusí hledat komponentu v zásobním koši, ta se nachází vždy ve stejném, přesně definovaném prostoru.

Snímač umístěný v místě vstupu pásu do zařízení osvobozuje obsluhu od povinnosti sledovat stav zásoby materiálu v kotouči. Při vyčerpání materiálu je s využitím signálu ze snímače obsluha upozorněna světelným či zvukovým signálem.

Inovované sekací zařízení splňuje všechny bezpečnostní předpisy.













### 7.2 Zhodnocení z hlediska požadavků zákazníka

Pro názorné porovnání současného stavu sekacího zařízení s inovovaným byla použita tabulka z kapitoly 4 – Potenciál k inovaci, která poukazovala na několik rozporů se zákaznickými požadavky. Inovační proces byl zaměřen právě na tyto nedostatky označené symbolem ☒. Konkrétně se jednalo o požadavek přidání nových funkcí (detekce materiálu na vstupu, fixace komponenty na výstupu), zvýšení flexibility zařízení (univerzálnost pro zpracování pásů o různých šířkách), zvýšení přesnosti odměřování komponent (eliminace tahového napětí v pásu během zpracování) a optimalizace způsobu dělení materiálu



(prodloužení životnosti ostří nože). Všechny tyto problémy se podařilo eliminovat, jak je patrné z tabulky 7-1.

**Tabulka 7-1:** Zhodnocení současného a inovovaného stavu sekacího zařízení

POŽADAVKY ZÁKAZNÍKA	SOUČASNÝ	INOVOVANÝ	POPIS
PŘESNĚJŠÍ ODMĚŘOVÁNÍ DÉLKY KOMPONENTY			Tahové napětí v pásu je s využitím poháněného odvíjecího stojanu úspěšně eliminováno. Nedochází k odměření zkreslené délky komponenty z pružných materiálů.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Je dosahováno přesnosti $\pm 1,5$ mm
SIGNALIZACE CHYBĚJÍCÍHO MATERIÁLU NA VSTUPU DO SEKACÍHO ZAŘÍZENÍ			Nad vodící drážku v prostoru vstupu pásu do sekacího zařízení je umístěn optoelektronický difusní snímač s potlačeným pozadím.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Spolehlivá detekce (snímač BOS 6K-PU-10C-S75-C)
FIXACE KOMPONENTY NA VÝSTUPU			Zařízení je doplněno o systém fixace oddělené komponenty doplněný o vláknovou optiku, která detekuje přítomnost ruky obsluhy.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Spolehlivé přidržení komponenty pohonem EGZ-6-10 ve spojení se snímačem BFO-D10-XA-GB-EAK-10-02 (snímací vzdálenost 20 mm)
UNIVERZÁLNOST ZAŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ			Vodící drážka má nastavitelnou šířku.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Zpracování pásů v rozmezí šířek 15 až 25 mm.
SNADNÉ SEŘÍZENÍ PRO RŮZNÉ ŠÍŘE PÁSŮ			Nastavení šíře vodící drážky je prováděno poloautomaticky.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Využity čtyři pneumatické pohony ADN (FESTO). Obsluha pomocí řídicího systému.
PRAVOÚHLOST STŘIHU/ŘEZU			Kolmost příčného řezu je zachována.

Pokračování tabulky na str. 74

Pokračování tabulky 7-1 ze strany 73.

POŽADAVKY ZÁKAZNÍKA	SOUČASNÝ	INOVOVANÝ	POPIS
SNADNÉ ZAVÁDĚNÍ NOVÉHO PÁSU DO ZAŘÍZENÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Zdvih encoderu do horní úvratě je realizován pomocí pneumatického pohonu ADN. Obsluha stlačí pouze přítlačnou páku a zavede pás do vodící drážky.
SNADNÁ A RYCHLÁ VÝMĚNA KOTOUČE V ODVÍJECÍM ZAŘÍZENÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Použitý systém upevnění kotouče zůstal zachován a je doplněn o pohon elektromotorem.
DLOUHÁ ŽIVOTNOST OSTRÍ NOŽE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Princip řezu byl nahrazen stříhem s využitím pákového nože, který zaručuje delší životnost ostrí nože.
			DOSAŽENÉ PARAMETRY
			Životnost ostrí min. $10^6$ cyklů
SNADNÁ DEMONTÁŽ A ZPĚTNÁ MONTÁŽ NOŽE Z DŮVODU BROUŠENÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pro snadné vyjmutí nože, byl navrhnout speciální držák. Demontáž je proveditelná ve srovnatelném čase se současným stavem.

Zdroj: Vlastní

## 7.3 Design for X

*Součástí inovačního procesu jsou samozřejmě i metody pro detailní konstruování, jejichž rozhodující část tvoří metody typu DFX (Design for X), kde X označuje oblast působení metod. Metody typu DFX řeší vztah navrhovaných strojních celků s ohledem na jednoduchost, snadnost a rychlost výroby, montáže, demontáže, udržitelnosti apod.[4]*

*Výrobky se skládají ze skupin dílů – celků a ty z jednotlivých částí – samotných dílů. Každý díl se musí vyrobit, spojit s dalším dílem, v případě poruchy opravit (vyměnit) a po konci životnosti se výrobky rozebírají a recyklují. Zájmem výrobce je náklady na výrobu, montáž, servis a recyklaci minimalizovat. Nejefektivnější způsob minimalizace těchto nákladů je přemýšlet nad nimi již ve fázi vzniku dílů – při konstrukci. Proto je v praxi doporučen soubor metod spadajících do oblasti metod spořících náklady.[2]*

Časové umístění v procesu vývoje inovovaného sekacího zařízení bylo mezi metodami QFD a FMEA. Tedy v době kdy byly sebrány a vyhodnoceny požadavky zákazníka na výrobek (QFD), bylo připravováno konstrukční řešení a přitom bylo třeba zohlednit požadavky výroby, montáže, servisu a životního prostředí (DFMAS+E). Následně bylo řešení prověřeno z pohledu možných vad (FMEA).

Důležité: Při optimalizaci (zjednodušení výrobku) nesmělo dojít k omezení předepsané funkcionality výrobku. Výrobek před i po optimalizaci musí poskytnout stejné funkce a to v plném rozsahu.

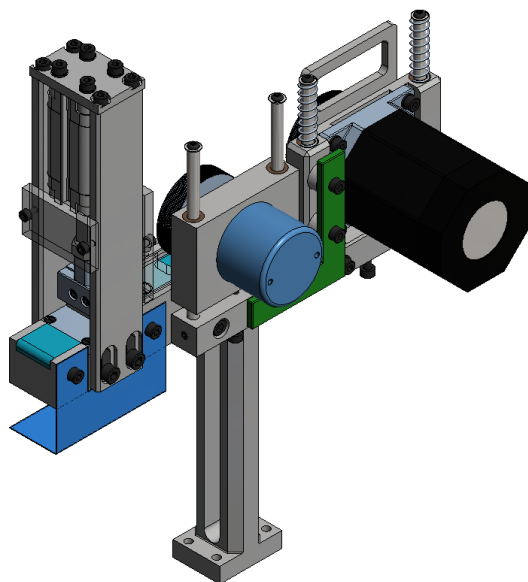
Jednotlivé metody využité v procesu vývoje inovovaného sekacího zařízení:

- **DFA – Design for Assembly** – Úspora nákladů při montáži dílů. Systematicky je prověřena jednoduchost montáže a tím zrychlení nebo uspoření montážních kroků (např. modulární konstrukce sekacího zařízení, sjednocení rozměrů šroubových spojů, snaha o redukci počtu dílů jednotlivých modulů).
- **DFM – Design for Manufacturing** - Úspora nákladů na výrobu dílů. Zabývá se otázkou vyrobitelnosti dílů a jejím zjednodušením (např. v případě těla sjednocení velikostí vnitřních radiusů).
- **DFS – Design for Services** – Úspora nákladů při výměně dílů, opravě v servisu. Prověřuje jednoduchost výměny dílů, přístupnost k dílům po kompletaci celého zařízení, aby servisní úkony byly finančně a časově optimální (např. zachování přístupnosti ke všem upevňovacím šroubům jednotlivých modulů).
- **DFE – Design for Enviroment** – Úspora nákladů při recyklaci dílů. Snaha o efektivní oddělení jednotlivých materiálů při recyklaci (např. sekací zařízení je možné zcela rozebrat a díly z jednotlivých materiálů odděleně recyklovat).

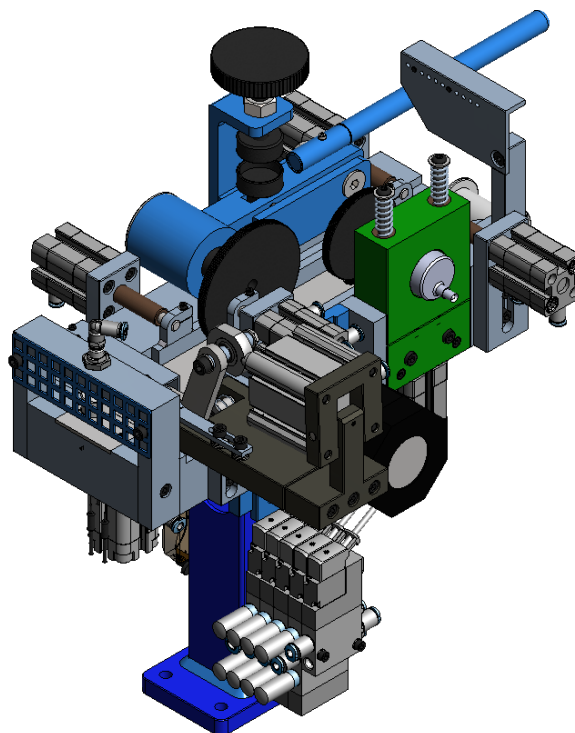
## 7.4 Vizuální srovnání inovovaného sekacího zařízení se současným

Požadavek na dodržení maximálního zástavbového prostoru 300 x 300 mm (9 dm<sup>2</sup>) byl dodržen.

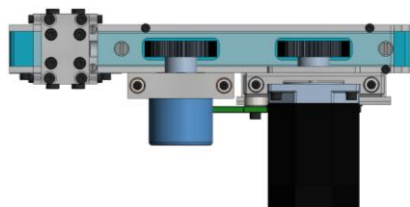
SOUČASNÉ SEKACÍ ZAŘÍZENÍ



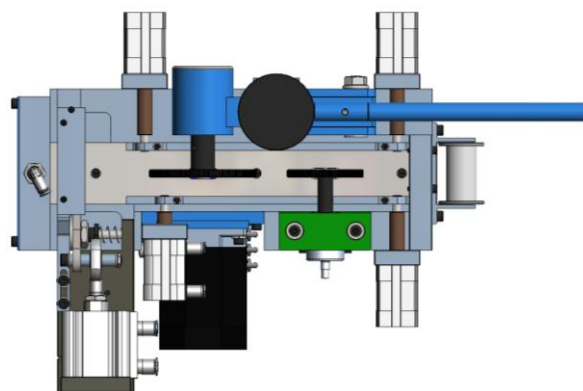
INOVOVANÉ SEKACÍ ZAŘÍZENÍ



PŮDORYS 250 x 130 mm (3,25 dm<sup>2</sup>)



PŮDORYS 280 x 200 mm (5,6 dm<sup>2</sup>)



**Obrázek 7-1:** Vizuální porovnání současného a inovovaného sekacího zařízení  
Zdroj: Vlastní

## 8 Závěr a přílohy

### 8.1 Ekonomické zhodnocení

Kvalifikovaným odhadem byly náklady na produkci inovovaného zařízení stanoveny takto:

**Tabulka 8-1:** Ekonomické zhodnocení

SOUHRN PŘEDPOKLÁDANÝCH NÁKLADŮ	
NÁKUP KOMPONENTŮ	25 000,-
NÁKLADY NA ZAKÁZKOVOU VÝROBU KONSTRUKČNÍCH UZLŮ	10 000,-
PROJEKTOVÁ A DOKUMENTAČNÍ PŘÍPRAVA	10 000,-
ELEKTROVYBAVENÍ A REVIZE	30 000,-
OŽIVENÍ A MONTÁŽ	5 000,-
CELKEM (JEDNORÁZOVÝ NÁKLAD)	80 000,-Kč

Zdroj: Vlastní

Náklady na inovované zařízení jsou odhadovány na 80 000,- Kč.

Částka se však může v praxi velmi výrazně lišit, jelikož výrobu mnoha konstrukčních uzlů je schopen závod JC CL zajistit z vlastních zdrojů. Ve skladu použitých a vyřazených výrobních zařízení lze též nalézt komponenty vhodné pro stavbu inovovaného zařízení.

Jelikož se jedná o inovaci stávajícího zařízení, nikoli tedy o automatizaci procesu a nahrazení lidské pracovní síly, nedojde k úspoře mzdových nákladů. Inovované zařízení však sníží zmetkovitost výroby komponent, čímž dojde k úsporám na materiálu a eliminují se dokončovací operace prováděné obsluhou, která může být zaměstnána jinou činností.

### 8.2 Zhodnocení přínosů práce

Na základě provedeného technického zhodnocení navrženého sekacího zařízení je možné konstatovat, že se podařilo postupně vyhovět všem hlavním technickým požadavkům a navržené sekací zařízení může být vhodným podkladem pro konstrukční řešení tohoto úkolu v JC CL.

## 8.3 Závěr

Předložená diplomová práce je zaměřena na inovaci stávajícího zařízení pro sekání komponent používaných při výrobě autopotahů.

V úvodu této práce byla krátce představena společnost JOHNSON CONTROLS AUTOMOBILOVÉ SOUČÁSTKY, k.s. závod v České Lípě. Následně byl v základních bodech popsán výrobní proces autopotahu a úloha vyráběných komponent v něm.

V kapitole druhé bylo podrobně popsáno sekací zařízení, jeho modulární konstrukce a jednotlivé funkce, tak jak jsou řešeny v současné době. V dalších krocích bylo provedeno kritické hodnocení s ohledem na univerzálnost zařízení. Příležitost k inovaci byla zjišťována na základě interview s vedoucím technickým pracovníkem JC CL a s pracovníky, kteří obsluhují sekací zařízení. Získané informace byly interpretovány do zákaznických požadavků, byla jim přiřazena váha a posloužily jako vstupní data pro metodu QFD.

Kapitola číslo čtyři byla věnována průzkumu konkurenčních výrobků, který dále pokračoval v oblasti patentů s využitím databází Espacenet a Google Patents. Cílem bylo získat informace a přehled o úrovni oboru automatického dělení pásového materiálu.

Na základě zákaznických požadavků a získaných informací byla navržena tři koncepční řešení, která umožňovala bezkolizní sekání komponent s ohledem na používaný materiál. Pro zvolenou optimální variantu bylo poté provedeno několik inovačních návrhů rozdělených do dvou oblastí. První oblastí byly návrhy variant pro řešení nově přidaných funkcí, kterými nedisponuje současné sekací zařízení. Jednalo se o návrhy variabilní vodící drážky, přidržovacího mechanismu oddělené komponenty, systému detekce materiálu na vstupu do zařízení a mechanismu pomocného odvíjení materiálu. Druhá oblast obsahovala inovační návrhy stávajících funkčních celků – pohonného, měřicího a sekacího modulu. Dle zvolených kritérií a k nim přiřazených váhových faktorů byla vybrána z každé oblasti vítězná varianta pro realizaci výsledného inovovaného produktu.

Inovované sekací zařízení zajišťuje:

- variabilitu s ohledem na šířku zpracovávaného pásu
- přidržení oddělené komponenty až do okamžiku odebrání obsluhou
- detekci materiálu na vstupu (signál k obsluze při vyčerpání zásoby)
- optimalizované odvíjení materiálu (eliminaci tahového napětí v pásu)
- kvalitní pravoúhlý střih s delší životností ostří nože
- přesnější výrobu komponent z pružných materiálů

Závěrečné kapitoly obsahují konstrukční návrh vybraných variant včetně potřebných výpočtů a simulací. Pro výpočty namáhání byla využita metoda MKP, tak aby byla zajištěna bezpečnost při provozním zatížení. Modely a sestavy byly navrženy ve studentské verzi modeláře Inventor Professional 2011 od společnosti Autodesk. Bylo provedeno též vizuální srovnání současného a inovovaného řešení.

V úplném závěru bylo provedeno ekonomické zhodnocení a zhodnocení přínosu a využitelnosti diplomové práce v sériové výrobě v závodě Johnson Controls k.s. v České Lípě. Přiložena byla též technická dokumentace.

Celý proces návrhu sekacího zařízení využíval metod inovačního inženýrství. Inovace byla provedena s cílem uspokojit nové požadavky a potřeby výrobního procesu JC CL a zároveň zachovat hlavní funkce současného řešení.



## Seznam tabulek

Tabulka 1-1: Shrnutí technických podmínek pro inovaci sekacího zařízení.....	15
Tabulka 2-1: Seznam dílů stávajícího sekacího zařízení.....	24
Tabulka 3-1: Interpretace zákaznických potřeb z průzkumu v JC CL .....	27
Tabulka 3-2: Určení váhy nejvýznamnějších zákaznických potřeb .....	29
Tabulka 4-1: Zhodnocení současného sekacího zařízení z hlediska požadavků zákazníka	33
Tabulka 5-1: Rozhodovací analýza variabilní vodící drážky .....	41
Tabulka 5-2: Rozhodovací analýza přidržovače oddělené komponenty .....	44
Tabulka 5-3: Rozhodovací analýza pomocného odvíjení materiálu .....	47
Tabulka 5-4: Porovnání způsobu stříhu rovnoběžným a skloněným nožem.....	52
Tabulka 5-5: Schematické znázornění řezu plochým nožem .....	55
Tabulka 7-1: Zhodnocení současného a inovovaného stavu sekacího zařízení.....	72
Tabulka 8-1: Ekonomické zhodnocení .....	76



## Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Závod JOHNSON CONTROLS Automobilové součástky, k.s. v České Lípě	14
Obrázek 1-2: HUMANTEC – CNC stříhání kůže (vlevo), LECTRA VectorAuto MP9 100% stříhání látky (uprostřed), šicí linka (vpravo)	17
Obrázek 1-3: Ukázka skladby dílů pro šití předního opěráku	18
Obrázek 2-1: Současné sekací zařízení	19
Obrázek 2-2: Znázornění operace zavádění pásu do sekacího zařízení	20
Obrázek 2-3: Modul vedení pásu	21
Obrázek 2-4: Pohonný modul	22
Obrázek 2-5: Modul dělení pásu	23
Obrázek 2-6: Měřicí modul	23
Obrázek 3-1: Afinní diagram interpretovaných potřeb	28
Obrázek 4-1: Konkurenční výrobky	31
Obrázek 4-2: Ukázky patentu US3420128, patentu US2920521 a patentu EP0950745 B1	32
Obrázek 5-1: Návrhy koncepčního uspořádání sekacího zařízení	35
Obrázek 5-2: Drážka – var. 1	37
Obrázek 5-3: Drážka – var. 2	38
Obrázek 5-4: Drážka – var. 3	38
Obrázek 5-5: Drážka – var. 4	39
Obrázek 5-6: Drážka – var. 5	39
Obrázek 5-7: Varianty přidržování odseknuté komponenty	43
Obrázek 5-8: Varianty způsobu upínání kotouče do odvíjecího stojanu	46
Obrázek 5-9: Princip upínání kotouče v odvíjecím stojanu	48
Obrázek 5-10: Smykové a valivé tření	50
Obrázek 5-11: Působení sil při vnikání nože do řezaného materiálu	53
Obrázek 5-12: Znázornění kolmého řezu	54
Obrázek 5-13: Střih plochými noži	56
Obrázek 5-14: Střih pákovým nožem	56
Obrázek 5-15: Střih kruhovými noži	57
Obrázek 5-16: Řez kruhovým nožem	58
Obrázek 5-17: Shrnutí vybraných variant	59



Obrázek 6-1: Inovovaný vodící modul.....	60
Obrázek 6-2: Konstrukční řešení rozšiřování vodící drážky .....	61
Obrázek 6-3: Modul detekce materiálu na vstupu do sekacího zařízení .....	62
Obrázek 6-4: Inovovaný měřicí modul.....	63
Obrázek 6-5: Inovovaný pohonný modul.....	64
Obrázek 6-6: Znázornění funkce inovovaného sekacího modulu .....	65
Obrázek 6-7: Znázornění postupu při výměně nožů .....	66
Obrázek 6-8: Systém přidržování oddělené komponenty.....	67
Obrázek 6-9: Odvíjecí stojan.....	68
Obrázek 6-10: Znázornění funkce systému pomocného odvíjení materiálu .....	68
Obrázek 6-11: Horní pákový nůž a využití MKP .....	69
Obrázek 6-12: Ukázka protokolu .....	70
Obrázek 7-1: Vizuální porovnání současného a inovovaného sekacího zařízení.....	75

## Seznam použité literatury

- [1] LEINVEBER, J. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Praha: ALBRA – pedagogické nakladatelství, 2003. 872 s. ISBN 80-86490-74-2
- [2] MACHAN, J., J. TOBIŠKA, D. BAKOŠOVÁ, P. BAUMRUK. *Metody kvality užívané ve fázi vývoje výrobku – aplikace v automobilovém průmyslu*. Praha: České vysoké učení technické, 2008. 80 s. ISBN: 978-80-01-04094-2
- [3] MACHÁŇ, J. *Výroba obalů: technologické postupy zpracování papíru a lepenek*. 3. opravené vyd. Illustrations Bonnard – grafické a reklamní studio, 1998. 365 s. ISBN 80-86343-01-4
- [4] MAŠÍN, I., L. ŠEVČÍK. *Metody inovačního inženýrství: inovace, plánování a navrhování výrobku*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2006. 184 s. ISBN 80-903533-0-4.
- [5] MAŠÍN, I., M. VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [6] PEŠÍK, L. *Části strojů, 1. díl*. 3. doplněné vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. 191 s. ISBN 978-80-7372-319-4
- [7] PEŠÍK, L. *Části strojů, 2. díl*. 3. doplněné vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. 201 s. ISBN 978-80-7372-320-0
- [8] ŠEVČÍK, L. a kol. *PLM systém a principy návrhu výrobku*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. 134 s. ISBN 978-80-7372-641-6
- [9] VYTLAČIL, M., I. MAŠÍN. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [10] ZOUHAROVÁ, J. *Výroba oděvů, I., II. díl*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. Xxx s. ISBN XXX



- [11] KOUBKOVÁ, K. *Kalkulace ve společnosti Johnson Controls automobilové součástky, k.s. Česká Lípa* [Bakalářská práce]. Znojmo: Soukromá vysoká škola ekonomická – Ekonomika a management, 2012.
- [12] KRATOCHVÍLOVÁ, K. *Porovnání kožených a textilních autopotahů* [Bakalářská práce]. Liberec: Technická univerzita v Liberci - Fakulta textilní, 2012.
- [13] MACHAN, J. *Aplikace metod kvality ve fázi vývoje výrobku – příklady užití v automobilovém průmyslu* [Habilitační práce]. 2008
- [14] ZIKMUND, P. *Inovace stropní konzole osobního automobilu Ford* [Diplomová práce]. Liberec: Technická univerzita v Liberci – Fakulta strojní, 2012.
- [15] TECL, J. *Observatoř bezpečnosti silničního provozu. Vývoj počtů vozidel a dopravních výkonů - Osobní automobily + dodávkové vozy* [online] 29. 3. 2007. [citace 27. 2. 2013.] Dostupný z: <http://www.czrso.cz/clanky/vyvoj-poctu-vozidel-a-dopravnich-vykonu-osobni-automobily-do/>
- [16] CL 2012\_CZ. *Prezentace společnosti Johnson Controls automobilové součástky, k.s., Česká Lípa*
- [17] Speciální číslo zpravodaje Johnson Controls: *Příběh Johnson Controls Česká Lípa 13.7.1992 – 13.7.2012*



## Seznam příloh

<b>Příloha 1</b>	<b>Klíčový zákazníci JC CL pro rok 2011.....</b>	<b>I</b>
<b>Příloha 2</b>	<b>Ukázka projektového plánu.....</b>	<b>II</b>
<b>Příloha 3</b>	<b>Výběr difúzního snímače.....</b>	<b>III</b>
<b>Příloha 4</b>	<b>Doporučené hodnoty úhlu <math>\alpha</math> pro řezání.....</b>	<b>V</b>
<b>Příloha 5</b>	<b>FMEA .....</b>	<b>VI</b>
<b>Příloha 6</b>	<b>Výkresová dokumentace .....</b>	<b>X</b>

Přílohy jsou umístěny v oddělených deskách, které nejsou pevnou součástí této práce. Všechny dokumenty lze nalézt též v elektronické podobě na přiloženém CD, které je umístěno na zadních deskách tohoto dokumentu.



## Příloha 1 Klíčový zákazníci JC CL pro rok 2011

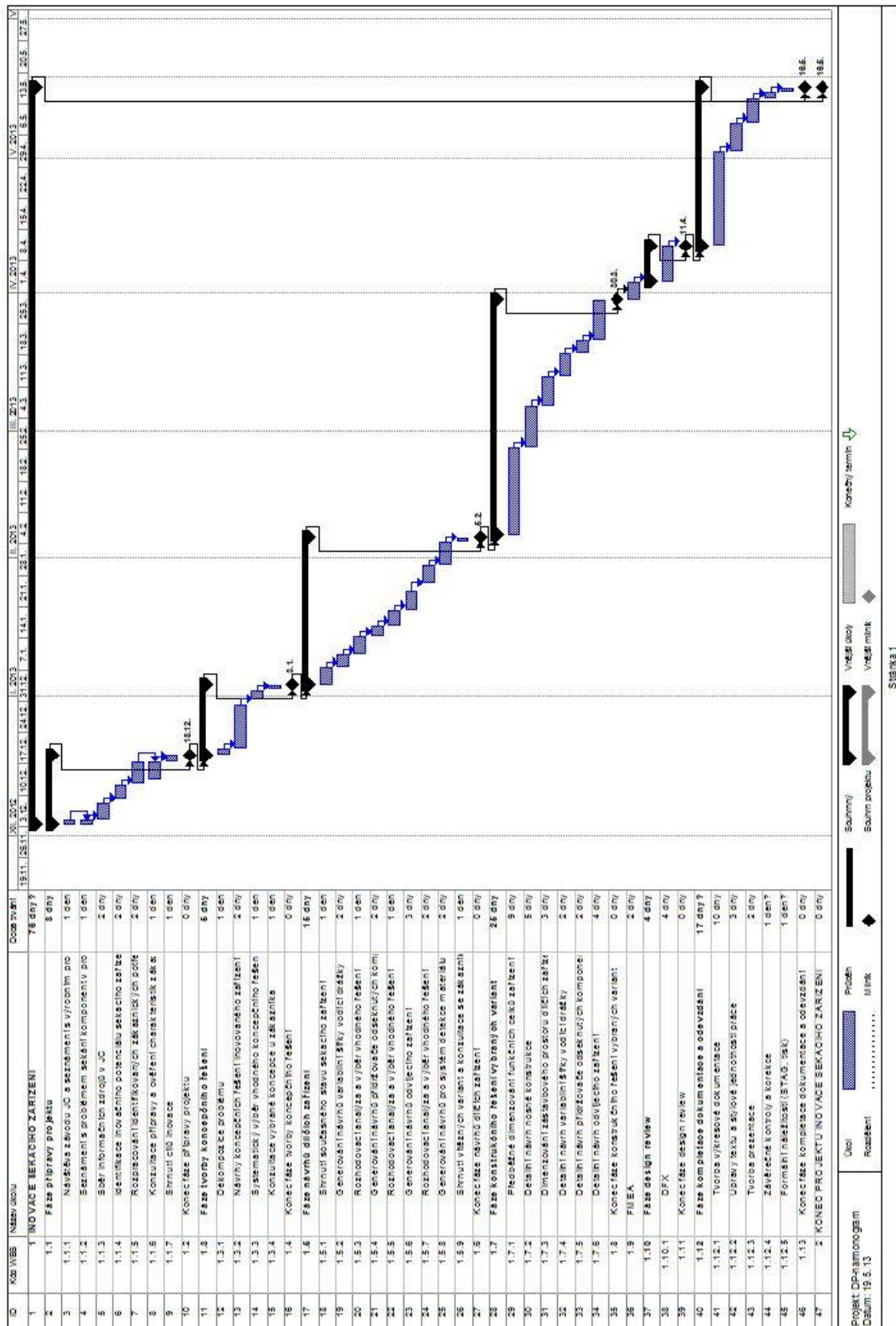
Klíčoví zákazníci, pro které v současné době JC CL šije autopotahy, modelové řady a lokace, ve které produkce probíhá. Vzdálenosti jsou vztaženy k závodu JC v České Lípě.

ZÁKAZNÍK	TYP VOZU	LOKACE/VZDÁLENOST
ŠKODA VW	OCTAVIA A5	KALUGA / 1950 km
	FABIA A05	MLADÁ BOLESLAV / 50 km
	ROOMSTER A05	RYCHNOV N.K. / 160 km
	YETI	LIPOVKA / 160 km
	OCTAVIA A5	BENÁTKY N.J. / 70 km
VW	TOURAN - AMPV	RYCHNOV N.K. / 160 km
GM	OPEL DELTA	BIERUN / 450 km
		ELLSMERE PORT / 1700 km
		BOCHUM / 700 km
		GUSTAVSBURG / 860 km
	OPEL MERIVA	ZARAGOZA / 2120 km
	OPEL ZAFIRA	BOCHUM / 700 km
		BIERUN / 450 km
AUDI	AUDI A3	GYOR / 460 km
VOLVO	V70, XC70, P28	TORSLANDA / 1025 km
	P1X	ASSENEDE / 900 km
FORD	FUSION	BOCHUM / 700 km
LAND ROVER	HR - L319, 320	SLOVENJ GRADEC / 650 km
KIA/BMW/OPEL/SAAB	SL, ED, HR	TRIMLEADER / 550 km

Zdroj: Prezentace závodu JC Česká Lípa







## Příloha 2 Ukázka projektového plánu



## Příloha 3 Výběr difúzního snímače

Přehledné porovnání snímačů z nabídek firem Balluff, Turck, Sick a Pepperl+Fuchs.

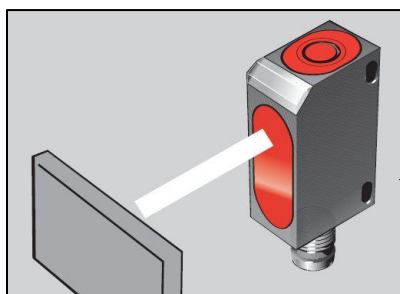
VARIANTY SNÍMAČŮ PRO UPOZORNĚNÍ NA NEDOSTATEK MATERIÁLU				
VARIANTA	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4
VÝROBCE	BALLUFF	TURCK	SICK	PEPPERL+FUCHS
	BOS6K-PU-10C-S75-C 	QS18EP6WQ7 	WTB8-P2231 	MLV12-8-H-250-RT/47/65b/95 
<b>Elektrická data</b>				
NAPÁJECÍ NAPĚTÍ $U_B$	10...30 V DC	10...30 V DC	10...30 V DC	10...30 V DC
PROUD NAPRAZDNO $I_0$ max.	≤ 35 mA	≤ 35 mA	≤ 30 mA	≤ 55 mA
SPÍNACÍ VÝSTUP	PNP nebo NPN	PNP	PNP	PNP
VÝSTUPNÍ PROUD	100 mA	≤ 100 mA	100 mA	max. 200 mA
FUNKCE VÝSTUPU - SPÍNÁNÍ	světlo/tma	světlo/tma	světlo/tma	světlo/tma
NASTAVENÍ	Teach-in	Teach tlačítko	Potenciometr	Potenciometr
<b>Optická data</b>				
SNÍMACÍ VZDÁLENOST	20...300 mm	0...300 mm	40...300 mm	20...250 mm
VYSÍLACÍ PRVEK, SVĚTLO	LED, červené	IR	LED, červené	LED, červené
VLNOVÁ DÉLKA	660 nm	940 nm	650 nm	660 nm
PRŮMĚR SVĚTELNÉHO BODU	Ø 12 mm (160 mm)		Ø 20 mm (300 mm)	Ø 8 mm (250 mm)
<b>Indikace</b>				
INDIKACE VÝSTUPNÍ FUNKCE	LED žlutá	LED žlutá	LED oranžová	LED žlutá
INDIKACE STABILITY	LED zelená	LED zelená	LED zelená	LED zelená
<b>Časová data</b>				
ODEZVA	0,5 ms	0,5 ms	≤ 0,5 ms	0,5 ms
SPÍNACÍ FREKVENCE $f$	1 kHz	≤ 833 Hz	1 kHz	1 kHz
<b>Mechanická data</b>				
DRUH PŘIPOJENÍ (konektor)	M8, 4 piny	M8	M8, 4-pólový	M8, 4 piny
MATERIÁL POUZDRA	plast, ABS	plast, ABS	plast, ABS	kov
OPTICKÁ PLOCHA	PMMA	plast, akrylát	PMMA	Plastic pane
ROZMĚRY (Š x V x H)	12 x 32 x 21	21 x 15 x 35	11 x 31 x 20	15 x 49 x 41,5
HMOTNOST	40 g	35 g	10 g	60 g
<b>Okolí</b>				
KRYTÍ PODLE IEC 60529	IP 67	IP67	IP67	IP67
OCHRANA PROTI PŘEPÓLOVÁNÍ	ano	ano	ano	ano
OCHRANA PROTI ZKRATU	ano		ano	
PROVOZNÍ TEPLOTA OKOLÍ $T_a$	20...+60 °C	20...+70 °C	25...+55 °C	40...+60 °C
PŘÍPUSTNÉ OKOLNÍ SVĚTLO	5 kLux			5 kLux
<b>Cena</b>	<b>\$</b>	67	133	162
	<b>Kč</b>	1770,0	1346,0	2672,0
				3255,0

Zdroj: Vlastní



Tabulka rozhodovací analýzy pro výběr nejvhodnějšího snímače k účelu detekce pásu na vstupu do sekacího zařízení. Jako nejvhodnější z analýzy vyšel snímač BOS6K-PU-1OC-S75-C od firmy Balluff.

VÝBĚR VHODNÉHO SNÍMAČE													
PÁROVÉ SROVNÁNÍ KRITÉRIÍ			MATICE UŽITNOSTI ALTERNATIV										
Poř. čís.	Název kritéria	Váha kritéria	VARIANTA										
			č.X		č.1		č.2		č.3		č.4		
			p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	p.h	v.h	
1. ↑	ROZSAH SNÍMACÍCH VZDÁLENOSTÍ	3	+	300	0	150	+	300	0	150	–	0	
2. ↑	MAXIMÁLNÍ SNÍMACÍ VZDÁLENOST	2	+	200	0	100	0	100	0	100	–	0	
3. ↓	NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SNÍMAČE	3	+	300	+	300	+	300	0	150	–	0	
4. ↓	SLOŽITOST SEŘÍZENÍ - KALIBRACE	2	+	200	+	200	+	200	0	100	0	100	
5. ↓	RIZIKO NASTAVENÍ DO NESPOLEHLIVÉHO STAVU	1	+	100	+	100	0	50	0	50	0	50	
6. ↑	NABÍDKA MONTÁŽNÍHO PŘÍSLUŠENSTVÍ	1	+	100	+	100	0	50	0	50	–	0	
7. ↓	ROZMĚRY - NÁROKY NA ZÁSTAVBOVÝ PROSTOR	2	+	200	+	200	0	100	+	200	–	0	
8. ↑	OCHRANA PROTI ŠPATNÉMU ZAPOJENÍ	1	+	100	+	100	0	50	+	100	0	50	
CELKEM				1500		1250		1150		900		200	
UŽITNOST V RELATIVNÍM VYJÁDŘENÍ (%)						83,3		76,7		60		13,3	
POŘADÍ ALTERNATIV PODLE UŽITNOSTI					✓	1	✗	2	✗	3		4	
↑ Optimum je maximum					↓ Optimum je minimum								



Zdroj: Vlastní



## Příloha 4 Doporučené hodnoty úhlu $\alpha$ pro řezání

V této tabulce jsou uvedeny doporučené hodnoty úhlu břitu nože  $\alpha$  pro řezání materiálů, které jsou nebo mohou být v budoucnu používány pro výrobu komponent k našívání na autopotahy. Platí pro způsob zpracování – řez plochým nožem.

MATERIÁL	ÚHEL $\alpha$	ŘEZNÁ SÍLA	ZPŮSOB ŘEZU
	[°]	[N·mm <sup>-1</sup> ]	
TEXTILNÍ TKANINY	19	30	kolmý
KŮŽE	23	30 - 40	šikmý
PLSŤ	19	30 - 50	šikmý
TĚSNÍCÍ MAT.	22	30 - 50	šikmý
TVRDÁ GUMA	22	25	–
SUROVÁ GUMA	17	15	–
PVC FÓLIE měkká	22	30 - 50	–

Zdroj: Vlastní



## Příloha 5 FMEA

U každého bodu je stanovena i jeho závažnost pomocí proměnné RPZ, tato proměnná nabývá hodnoty v rozsahu od 1 do 1000. Hodnota RPZ je dána součinem hodnot A, B a E.

Hodnota A představuje četnost výskytu potenciální chyby. Má hodnotu v rozsahu 1 až 10, kdy hodnota 1 znamená, že se tato chyba má nepravděpodobný výskyt (nevzniknou žádné problémy) a hodnota 10 znamená, že je téměř jistý výskyt neustálých chyb.

Hodnota B představuje závažnost probírané, potenciální chyby. Má hodnotu v rozsahu 1 až 10, kdy hodnota 1 znamená, že je nepravděpodobné, že vada bude mít nějaký vliv pro zákazníka, hodnota 10 znamená, že vada ohrožuje bezpečnost a zdraví zákazníka.

Hodnota E vyjadřuje snadnost, nebo obtížnost odhalení chyby. Má hodnotu v rozsahu 1 až 10, kdy hodnota 1 znamená, že chyba je v následujících operacích snadno odhalena a hodnota 10 znamená, že chyba je velice těžko odhalitelná (např. chyba SW řídicí jednotky závislá na stavu ostatních řídicích jednotek v čase). Tedy:

$$RPZ = A \times B \times E$$

RPZ Charakteristika rizika (1 až 1000).

A - Četnost výskytu potenciální chyby (1 až 10).

B - Závažnost potenciální chyby (1 až 10).

E - Odhalitelnost potenciální chyby (1 až 10).



FMEA - ANALÝZA MOŽNÝCH VAD A JEJICH DŮSLEDKŮ															
Projekt			Zákazník			Číslo			Listů/list						
Zařízení na sekání komponent určených k nashívání na autopotahy			Johnson Controls - Česká Lípa			XXX			2/1						
Předmět FMEA			Zpracovatel			Datum konání FMEA			Navazuje						
Inovované a nové konstrukční uzly			Socha A.			17.4.2013			NE - prvotní						
FMEA-Tým															
Adam Socha															
Funkce	Projev možné vady	Možný důsledek	Příčina	Doporučená opatření	Vznik	Význam	Odhledání	Možné riziko	Odpovědnost	Přijatá opatření	Vznik	Význam	Odhledání	Možné riziko	Termín provedení opatření
1. Odvíjení pásu	1.1 Prokluz tažných válců	Poškození povrchu pásu	Nedostatečná síla sevření, příliš hladký povrch tažných válců	Změnit povrch obvodu tažných válců pro zajištění adheze, nastavitelná síla sevření pomocí pružin/ý	7	9	4	252	konstruktér	Vroubkování po obvodu válců, stavění šroub pro korekci síly sevření	2	9	4	72	13.2.2013
	1.2 Mechanické poškození pásu při průchodu tažnými válci	Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků	Po obvodu tažných válců ostré výstupky, zašpiněné válce či s příliš velkou silou sevření	Změnit povrch obvodu tažných válců, nastavitelná síla sevření pomocí pružin/ý	4	8	2	64	konstruktér						
	1.3 Kroucení pásu ve vodící drážce	Zadření sekácho zařízení	Tažné válce nevedou pás rovnoběžně s vodící drážkou	Montážní návod pro zajištění rovnoběžnosti vedení	2	8	2	32	konstruktér						
	1.4 Selhání upevnění kotouče v odvíjecím stojanu	Náhle vypadnutí kotouče a kolize stojanu	Špatné dotažení utahovací matice na odvíjecím hřídeli	Montážní návod, proškolení obsluhy	1	10	3	30	JC						
	1.5 Nesplnění pohon odvíjecí hřídele	Nežádoucí tahové napětí v pásu - výroba zmetků	Pás neprotažen rolnou, špatné nastavení snímače	Upozornění umístění v prostoru odvíjecího stojanu, proškolení obsluhy	8	7	3	168	JC, servisní technik	Zhotoven standardní postup montáže kotouče na odvíjecí hřídel	2	7	3	42	23.4.2013



2. Odměrování délky komponenty	1.6 Neotáčející se tažné válce	Přerušení odvíjení pásového materiálu	Špatné upevnění tažného válce na hřídeli elektromotoru	Pojistný šroub	4	8	2	64	konstruktér							
	1.7 Pás se vyvleká z rolny	Nežádoucí tahové napětí v pásu - výroba zmetků	Kotouč nasazen na hřídeli opačně	Montážní návod, proškolení obsluhy	8	7	3	168	JC	Zhotoven standardní postup montáže kotouče na odvíjecí hřídel	2	7	3	42	23.4.2013	
	1.8 Zasekávání elektromotoru pro pohon odvíjecí hřídele	Zadření elektromotoru	Nesouosost hřídele elektromotoru a odvíjecí hřídele	Použití Oldham spojky		10	8	5	400	konstruktér	Použitá Oldham spojka	1	8	4	32	16.2.2013
	1.9 Kotouč v odvíjecím stojanu se neotáčí, motor spíná	Nežádoucí tahové napětí v pásu - výroba zmetků	Špatné dotažení utahovací matice na odvíjecím hřídeli, nedotažená Oldham spojka na hřídelích	Montážní návod, proškolení obsluhy, kontrola dotažení šroubových spojů		6	7	4	168	JC, servisní technik	Zhotoven standardní postup montáže kotouče na odvíjecí hřídel	3	7	3	63	25.4.2013
	2.1 Prokluz odvalovacího měřícího válce	Komponenta je delší než jmenovitá délka válce	Nedostatečná přítlačná síla válce k pásu, příliš hladký povrch po obvodu měřícího válce	Změnit povrch obvodu měřícího válce pro zajištění adheze, nastavitelná přítlačná síla pomocí pružin/y	7	7	4	196	konstruktér	Vroubkování po obvodu válce	2	7	4	56	13.2.2013	
	2.2 Vlnění pásu před odvalovacím měřícím válcem	Komponenta je delší než jmenovitá délka válce	Příliš velká přítlačná síla měřícího válce k pásu	Nastavitelná přítlačná síla pomocí pružin/y	2	7	3	42	konstruktér							
	2.3 Neotáčející se měřící válec	Nevydání signálu k zastavení odvíjení válce	Špatné upevnění měřícího válce na hřídeli encoderu	Pojistný šroub		4	8	2	64	konstruktér						
	2.4 Zasekávání během zdvihu encoderu	Zadření na vodících tyčích	Obtížné zajištění výrobních tolerancí	Konstruktérní úpravy bloku s vedením		7	9		0	konstruktér						



	2.5 Náhlá výroba komponent chybných délek	Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků	Vada encoderu, chyba v řídicím systému nebo v datovém přenosu	Potřebné díly musí být k dispozici	3	7	3	63	JC						
3. Dělení pásu na komponenty	3.1 Nepravouhlý střih	Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků	Nůž není umístěn kolmo ke směru posuvu pásu, vůle v uložení nože	Nastavitelná vůle uložení nože, montážní návod pro upevnění dělicího modulu	5	6	6	180	konstruktér	Zhotoven držák nože s nastavitelnou vůlí uložení nože	2	6	3	36	14.3.2013
	3.2 Nekvalitní střížné plochy	Nepoužitelné komponenty - výroba zmetků	Tupý nůž	Zvýšení nároků na broušení nože (zkrácení periody broušení)	9	3	7	189	konstruktér	Zhotoven časový plán broušení nožů	1	3	5	15	26.2.2013
	3.3 Nedojde k přestřihnutí pásu	Nedojde k vytvoření komponenty - výroba zmetků	Nedostatečná síla pneumatického při dopředném chodu, velká vůle mezi noži	Mírné naddimenzování pneumatického možností seřízení vůle mezi noži	3	8	7	168	konstruktér	Zhotoven držák nože s možností seřízení vůle mezi noži	1	8	6	48	14.3.2013
	3.4 Nerovnoměrný /trhaný chod nože	Zařízení pneumatického poškození nože či držáku	Absence standardů montáže, přílišné dotažení nože v držáku	Montážní návod	5	7	4	140	konstruktér	Zhotoven standardní postup montáže nože do držáku	3	7	3	63	23.4.2013
	3.5 Nedostřížení pásu	Nedojde k vytvoření komponenty - výroba zmetků	Nedostatečný zdvih pneumatického špatná geometrie nože	Kontrola pomocí SW a 3D modelu	3	8	3	72	konstruktér						
	3.6 Nůž vytlačuje pás ze záběru stříhu	Nepravouhlý střih	Nevhodně nastavená šíře vodicí drážky	Nadefinování standardních šířek vodicí drážky pro různé šíře pásu	3	8	3	72	JC						



## Příloha 6 Výkresová dokumentace

Seznam výkresové dokumentace:

- **Sekací zařízení** sestava formátu A2 (č. výkresu 2-DP\_S11000739-1-2-00)
- **Rolna** sestava formátu A3 (č. výkresu 3-DP\_S11000739-1-4-03)
- **Odvíjecí stojan** sestava formátu A3 (č. výkresu 3-DP\_S11000739-1-3-04)
- **Tělo** výrobní výkres formátu A3 (č. výkresu 3-DP\_S11000739-1-1-02)
- **Nůž** výrobní výkres formátu A4 (č. výkresu 4-DP\_S11000739-1-10-01)